



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ALIADAS À CONSTRUÇÃO E
APLICAÇÃO DE SOFTWARES NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO
SOBRE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES**

Roberto Kennedy Cardoso

Lajeado, março de 2019

Roberto Kennedy Cardoso

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ALIADAS À CONSTRUÇÃO E
APLICAÇÃO DE SOFTWARES NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO
SOBRE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES**

Dissertação do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Lajeado, março de 2019

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ALIADAS À CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE SOFTWARES NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO SOBRE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Roberto Kennedy Cardoso

A banca examinadora aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide - Orientador
Universidade do Vale do Taquari UNIVATES

Dra. Miriam Ines Marchi
Universidade do Vale do Taquari UNIVATES

Dra. Marli Teresinha Quartieri
Universidade do Vale do Taquari UNIVATES

Dr. Marcelo de Gomensoro Malheiros
Universidade do Vale do Taquari UNIVATES

Lajeado - RS, março de 2019

*Dedico este trabalho a minha família,
amigos e alunos.*

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Ao Prof. Dr. Italo Gabriel Neide pela orientação que resultou na dissertação.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Gomensoro Malheiros pelas importantes contribuições para o trabalho.

À Prof^a. Dra. Miriam Ines Marchi por suas considerações que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

À Prof^a. Dra. Marli Teresinha Quartieri por contribuir com o trabalho desenvolvido.

Aos professores do Programa de mestrado profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari.

Aos servidores que formam a equipe do Programa de mestrado profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari.

Aos colegas de turma do mestrado profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari.

Aos meus familiares e amigos que fazem parte de todos os momentos da minha vida.

Aos alunos que fizeram parte desse trabalho.

Aos colegas servidores e aos alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, campus São Raimundo das Mangabeiras.

RESUMO

A presente dissertação trata da utilização de atividades experimentais aliadas a atividades computacionais no ensino do conteúdo “associação de resistores”. A dissertação diz respeito a uma pesquisa realizada com alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do maranhão Campus São Raimundo das Mangabeiras (IFMA – SRM). O problema da pesquisa foi: Como utilizar atividades experimentais aliadas a construção de softwares para o ensino de “associação de resistores” em uma turma de terceiro ano do curso técnico de Informática integrado ao ensino médio do IFMA – SRM? A pesquisa contou com a participação de vinte e seis alunos e teve como objetivos específicos: Averiguar conhecimentos prévios dos alunos a respeito de associação de resistores; Desenvolver atividades experimentais que contemplassem uma proposta metodológica de ensino sobre associação de resistores; Utilizar produção de softwares como ferramenta pedagógica no ensino de associação de resistores e Analisar as percepções dos alunos diante da utilização de atividades experimentais aliadas às computacionais no ensino de associação de resistores. A organização metodológica foi de cunho qualitativo. A obtenção de dados contou com aplicação de um questionário inicial, fotos, gravações de vídeos, anotações de campo, artefatos físicos e questionário de percepção. Através das análises das respostas dos discentes aos questionamentos incluídos nos anexos das atividades experimentais e computacionais foi possível observar motivação por parte dos discentes e aprendizado sobre o conteúdo. Essas observações são reforçadas pelas informações contidas nos registros de fotos, vídeos, nas anotações realizadas no diário de campo e nos códigos dos softwares criados pelos discentes. O questionário de percepção forneceu informações que possibilitaram interpretar que os alunos encontraram dificuldades durante a realização de algumas atividades, principalmente as computacionais, no entanto essas dificuldades os impulsionaram a aprofundarem o estudo do conteúdo. As informações provenientes desse questionário apontam que os alunos gostaram da metodologia adotada e se sentiram motivados a realizar as atividades. Eles destacaram que as atividades em grupo contribuíram para a aproximação dos discentes e segundo eles foi um fator positivo para a aprendizagem. Com isso, acredita-se que a utilização de atividades experimentais aliadas a atividades computacionais com desenvolvimento de softwares possa ser uma possibilidade diferenciada para o ensino de Física com alunos que tenham conhecimento sobre programação.

Palavras chaves: Atividades experimentais. Atividades computacionais. Ensino de Física.

ABSTRACT

This dissertation deals with the use of experimental activities allied to computational activities in the teaching of the content "association of resistors". The dissertation refers to a research carried out with students of the Federal Institute of Education, Science and Technology of the Maranhão Campus São Raimundo das Mangabeiras (IFMA - SRM). The problem of the research was: How can you use experimental activities allied to the construction of software for the teaching of "association of resistors" in a class of third grade Professional Technical High School in Information from IFMA - SRM? The research was developed with twenty six students and had the following specific objectives: Find out the students' previous knowledge about the association of resistors; Develop experimental activities and educational products that contemplated a methodological proposal of teaching about the association of resistors; Use software production as a pedagogical tool in the teaching of association of resistors and analyze the students' perceptions regarding the use of experimental activities allied to the computational ones in the teaching of association of resistors. The methodological organization was qualitative. The data collection included the application of an initial questionnaire, photos, video recordings, field notes, physical artifacts and perception questionnaire. Through the analysis of the students' answers to the constant questions in the annexes referring to the experimental and computational activities, it was possible to observe motivation on the part of the students. These observations are reinforced by the information contained in the records of photos, videos, notes made in the field journal and in the software codes created by the students. The perception questionnaire provided information that in the perception of the students makes it possible to interpret that they encountered difficulties during the accomplishment of some (computational) activities, however these difficulties impel them to deepen the study of the content. The information from this questionnaire indicates that the students liked the methodology adopted and felt motivated to carry out the activities. They emphasized that the group activities contributed to the approach of the students and, according to them, it was a positive factor for the learning. Thus, it is believed that the use of experimental activities allied to computational activities may be a differentiated possibility for the teaching of physics contents.

Keywords: Experimental activities. Computer activities. Physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Alunos reunidos em grupo no início do segundo encontro.....	57
Figura 2 – Grupo de alunos montando associação de resistores em série no terceiro encontro.....	58
Figura 3 – Grupo de alunos construindo os softwares sobre associação de resistores em série no quarto encontro	58
Figura 4 – Respostas dos alunos A1, A23 e A24 sobre o questionário inicial	62
Figura 5 – Respostas dos alunos A10 e A12 à pergunta 05 do questionário inicial...	63
Figura 6 – Respostas dos alunos A21 e A3 à pergunta 08 do questionário inicial.....	64
Figura 7 – Respostas dos alunos A13, A15 e A11 respectivamente à pergunta 09 do questionário inicial.	65
Figura 8 – Valores da diferença de potencial e resistências medidos pelo grupo G5	68
Figura 9 – Valores anotados da diferença de potencial e da corrente elétrica pelo grupo G5 no circuito elétrico com uma lâmpada	69
Figura 10 – Valores anotados pelo grupo G5 de circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em série.....	70
Figura 11 – Respostas dos alunos dos grupos G3 e G4 sobre os brilhos das lâmpadas.....	71
Figura 12 – Valores anotados pelo grupo G5 de circuito elétrico com três lâmpadas associadas em série.....	72
Figura 13 – Respostas dos grupos G2 e G6 sobre comparação dos brilhos na associação inicial e nas associações em série de duas e três lâmpadas em série ...	73
Figura 14 – Respostas dos alunos dos grupos G3 e G4 sobre os comportamentos das grandezas corrente, resistência equivalente e diferença de potencial.....	74
Figura 15 – Alunos do grupo G4 realizando atividades experimentais.....	75

Figura 16 – Valores da associação de duas lâmpadas em paralelo medidos e anotados pelo grupo G6.	77
Figura 17 – Respostas dos alunos dos grupos G4 e G3 sobre comparações dos brilhos das lâmpadas nessa associação com o circuito inicial e com a associação de duas lâmpadas em série.	78
Figura 18 – Valores medidos de diferenças de potenciais, corrente elétrica e resistencia equivalente em associação de três lâmpadas em série	79
Figura 19 – Respostas dos alunos dos grupos G6 e G2 sobre comparações dos brilhos das lâmpadas nas associações.....	80
Figura 20 – Respostas dos alunos dos grupos G1 e G2 comparando valores das grandezas medidos em associações em paralelo.	81
Figura 21 – Respostas dos alunos dos grupos G3 e G6 comparando valores de grandezas medidos em associações em série e paralelo.	82
Figura 22 – Página inicial do software que calcula a resistência equivalente da associação de dois resistores em série.	85
Figura 23 – Código do software criado pelo grupo G1 para calcular a resistência equivalente de dois resistores em série.....	86
Figura 24 – Página inicial do software que calcula a resistência equivalente de três resistores associados em série.	87
Figura 25 – Código do software que calcula a resistência equivalente de três resistores associados em série criado pelo grupo G3.....	88
Figura 26 – Página inicial do software que calcula a resistência equivalente de associação em série de $n \leq 1000$ resistores.....	89
Figura 27 – Página inicial do software que calcula a resistência equivalente e corrente elétrica em associações de resistores em série.	90
Figura 28 – Código do software criado pelo grupo G5 que calcula a resistência equivalente e a corrente elétrica numa associação de três resistores em série.....	92
Figura 29 – Respostas dos grupos G4 e G5 sobre resistência equivalente da associação de resistores em série.....	93
Figura 30 – Respostas dos grupos G3 e G2 sobre corrente elétrica total em associação de resistores em série.....	94
Figura 31 – Respostas dos grupos G3 e G1 sobre diferença de potencial em associação de resistores em série.....	95

Figura 32 – Página inicial do software produzido pelo grupo G1 sobre associação de dois resistores em paralelo	97
Figura 33 – Página inicial do software produzido pelo grupo G1 sobre associação de três resistores em paralelo	97
Figura 34 – Página inicial do software produzido pelo grupo G4 sobre associação de resistores em paralelo.....	98
Figura 35 – Software com valores de um resistor e diferença de potencial digitados e valores da resistência equivalente e corrente elétrica calculados.....	99
Figura 36 – Valores dos resistores e diferença de potencial digitados e valores da resistência equivalente e corrente calculados	100
Figura 37 – Respostas dos grupos G4 e G6 sobre comportamento da resistência equivalente na associação de resistores em paralelo calculados da resistência equivalente e corrente elétrica total.....	101
Figura 38 – Valores digitados dos três resistores e valores calculados da resistência equivalente e corrente elétrica total	102
Figura 39 – Respostas dos grupos G1 e G2 sobre comportamento da corrente elétrica quando comparadas associações de dois e três resistores em paralelo	103
Figura 40 – Código do software criado pelo grupo G6 para calcular a resistência equivalente e a corrente elétrica em associação de resistores em paralelo	104
Figura 41- Comportamento da grandeza diferença de potencial ao serem adicionados resistores em paralelo	105
Figura 42 - Aluno do grupo 2 apresentando o código software que calcula a corrente elétrica em associação de resistores em série.....	108
Figura 43 - Janela do software com os valores digitados para resistores e diferença de potencial e os valores calculados para resistência equivalente, corrente elétrica e diferença de potencial.....	109
Figura 44 - Software com valores digitados para dois resistores e diferenças de potenciais em cada um e os valores calculados da resistência equivalente, diferença de potencial e corrente elétrica	110
Figura 45 – Resposta do grupo G5 sobre o comportamento da corrente elétrica ao serem adicionados resistores em série em uma associação	111
Figura 46 – Opiniões dos alunos A8, A20 e A10 sobre as atividades experimentais associadas às computacionais.....	115
Figura 47 – Opiniões do aluno A21 sobre as atividades experimentais associadas às computacionais	116

Figura 48 – Opinião do aluno A21 sobre possível contribuição das atividades realizadas para o aprendizado sobre o conteúdo associação de resistores	116
Figura 49 – Opinião do aluno A21 sobre a possibilidade de estudar outros conteúdos através de atividades experimentais associadas a computacionais	117
Figura 50 – Opiniões dos alunos A5, A11, A10 e A6 sobre possível contribuição das atividades realizadas para o aprendizado do conteúdo associação de resistores ...	118
Figura 51 – Opinião dos alunos A6, A8 e A23 sobre a possibilidade de estudar outros conteúdos através de atividades experimentais associadas a computacionais	119
Figura 52 – Dificuldades enfrentadas pelos discentes A19, A20 e A24 durante a realização das atividades	120
Figura 53 – Dificuldades enfrentadas pelos discentes A10 e A11 durante a realização das atividades	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição e objetivos de atividades por encontro	55
Quadro 2 – Informações acerca das respostas fornecidas pelos alunos ao questionário inicial.....	61
Quadro 3 – Avaliação do professor pesquisador sobre a realização das atividades experimentais e computacionais sobre associação de resistores	122

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO TEÓRICA	23
2.1 Interação social e os processos de ensino e de aprendizagem com base nas ideias de Vigotski	23
2.2 Atividades experimentais no ensino de Física	28
2.3 Recursos tecnológicos no ensino de Física	31
2.4 Associação de resistores	35
2.5 Estudos recentes sobre a temática.....	38
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.1 Caracterização da pesquisa	44
3.2 Delineamento da pesquisa	48
3.2.1 Análise dos dados	51
3.3 Organização da pesquisa	52
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
4.1 Análise do questionário inicial.....	60
4.2 Análise e discussão das atividades experimentais.....	67
4.2.1 Análise e discussão das atividades experimentais sobre associação de resistores em série.....	67
4.2.2 Análise e discussão das atividades experimentais sobre associação de resistores em paralelo.....	76
4.3 Análise e discussão das atividades computacionais.....	84
4.3.1 Análise e discussão das atividades computacionais sobre associação de resistores em série.....	84
4.3.2 Análise e discussão das atividades computacionais sobre associação de resistores em paralelo.....	96
4.4 Análise e discussão das apresentações sobre associação de resistores, realizadas pelos grupos.....	106
4.5 Análise e discussão das avaliações dos alunos a respeito das atividades realizadas sobre associação de resistores	114

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS	133
APENDICES	137
APENDICE A – Termo de concordância da direção da instituição de ensino.....	138
APENDICE B – Termo de consentimento livre esclarecido.....	139
APENDICE C – Questionário inicial.....	141
APENDICE D – Atividades experimentais sobre associação de resistores em série.....	143
APENDICE E – Atividades computacionais sobre associação de resistores em série.....	146
APENDICE F – Atividades experimentais sobre associação de resistores em paralelo.....	148
APENDICE G – Atividades computacionais sobre associação de resistores em paralelo.....	151
APENDICE H – Questionário de percepção.....	153

1 INTRODUÇÃO

A temática do avanço tecnológico tem sido bastante veiculada nos diversos meios sociais. Boa parte da população mundial se encontra envolvida na atual revolução tecnológica. Para Castells (2003), o que caracteriza o surgimento dessas tecnologias é a interatividade a qual é responsável pela mudança da nossa cultura, a integração de todos os meios de comunicação e o alcance global que elas conseguem atingir. Essa revolução da informação influencia diretamente as relações humanas. Na contemporaneidade, boa parte do comportamento humano tem sido transformado com base nas percepções advindas da maneira com que os recursos tecnológicos são utilizados.

A informação tecnológica possui uma diversidade de opções de uso. Cotidianamente ela é usada nos mais diversos contextos, inclusive no meio educacional em suas diversas modalidades de ensino. Na atualidade, as formações voltadas à cidadania, ao mundo do trabalho e ao prosseguimento dos estudos devem contemplar a formação para as tecnologias.

A compreensão da realidade que o conhecimento científico proporciona, é de fundamental importância. Para Batista (2016), é por meio do estudo da Física que parte dos conhecimentos científicos avança. Segundo o autor, esses conhecimentos tem se mostrado importantes e utilizados em outras áreas que influenciam diretamente a vida cotidiana das pessoas, a exemplo da Engenharia e da Medicina. Com isso, o Ensino da Física tem potencialidade de ser desenvolvido contemplando uma visão de mundo e valorizando as relações sociais que evidenciam a construção do conhecimento pelos alunos no processo de ensino e de aprendizagem.

No entanto, para muitos alunos, a Física é de difícil compreensão. Isso pode ocorrer em detrimento do ensino dos conteúdos ser feito, em muitas situações, de maneira exclusivamente tradicional. Segundo Gaspar (2014), essa forma de ensino

privilegia o cumprimento do currículo imposto aos professores por regulamentações, oficiais ou sequenciados nos livros didáticos, além de colocar o professor como detentor do conhecimento e da autoridade e exige dos alunos uma postura passiva, condicionando – lhes à reprodução de palavras contidas no livro ou faladas pelo professor. Segundo Batista (2016, p. 17), os alunos apresentam certo desencanto pela Física e confundem esse componente curricular com a Matemática. O autor afirma:

O estudante ao adentrar no âmbito da Física deveria mostrar interesse em aprender o conteúdo, pois tal ciência explica fatos que ocorrem em seu cotidiano. No entanto, ao se iniciar tal estudo percebe-se que a matemática é uma ferramenta para se demonstrar conceitos físicos e o aluno, por apresentar falha com relação à matemática, acaba por se desencantar com a Física confundindo as duas disciplinas e desenvolvendo a errônea conclusão de que o não entendimento de equações significa a não compreensão do fenômeno (BATISTA, 2016, p. 17).

Verifica-se, com isso, que muitas são as dificuldades encontradas no estudo da Física. Para exemplificar a problemática do ensino de Física e seus desafios, este trabalho toma por base as experiências vivenciadas pelo autor dessa pesquisa com os discentes do ensino técnico integrado ao médio do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus São Raimundo das Mangabeiras- IFMA-SRM. Essas dificuldades perpassam pelo baixo rendimento dos alunos em alguns conteúdos quando são usadas estratégias de ensino que privilegiam apenas a exposição dos mesmos. Na maioria das aulas expositivas são usados como recursos o quadro e pincel. O conteúdo “associação de resistores”, trabalhado nesse formato, é um exemplo.

Reconhecer a importância dos conteúdos e suas aplicações no cotidiano dos alunos é uma opção para o desenvolvimento de práticas pedagógicas. Para Batista (2016, p. 17), “[...] na escola é necessário considerar o cotidiano do aluno o qual está repleto de problemas, analisando, ao se tomar medidas necessárias, a relação entre a escola e os processos sociais que se relacionam com a aprendizagem”. Com isso, o conteúdo “associação de resistores” está presente, dentre outros locais, nas instalações elétricas de residências e circuitos elétricos de equipamentos eletrônicos. Os circuitos elétricos fazem parte da estrutura dos computadores, que são instrumentos de aprendizagem dos alunos do curso técnico de Informática. Esse conteúdo geralmente é estudado no terceiro ano e a turma escolhida para esta pesquisa está cursando essa série. Trata-se de uma turma do curso técnico de

Informática integrado ao ensino médio. Tal escolha se deve ao fato do pesquisador ser professor da turma e por ela ser do curso de Informática e estar no terceiro ano no período do desenvolvimento do projeto. Nessa série, espera-se que os alunos já tenham conhecimento a respeito de algumas linguagens de programação, conhecimento esse essencial para o desenvolvimento das atividades que integram essa pesquisa.

Dessa forma, foi desenvolvida essa pesquisa qualitativa dentro de um contexto particular, o que a deixa com características de estudo de caso. Para isso, utilizou-se questionário para verificação de conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo trabalhado. Foi realizada intervenção pedagógica visando buscar a participação dos alunos como protagonistas no processo de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, as atividades realizadas abordaram atividades experimentais aliadas às computacionais que foram desenvolvidas pelos próprios alunos. Foram observadas contribuições da prática para o ensino do conteúdo “associação de resistores”.

Para a discussão acerca do tema “Atividades Experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares como estratégia de ensino de Física”, foram consideradas as ideias de Vigotski segundo as interpretações de alguns autores que deram suporte teórico à pesquisa aqui apresentada. Postulou-se então o problema: Como utilizar atividades experimentais aliadas a construção de softwares para o ensino de “associação de resistores” em uma turma de terceiro ano do curso técnico de Informática integrado ao ensino médio do IFMA – SRM?

Supõe-se que a utilização dessa estratégia possa ter contribuído para o aprendizado dos alunos. Acredita-se que o estudo de associação de resistores aliando atividades experimentais e computacionais tenha representado uma boa opção, pois as aulas experimentais proporcionam o contato deles com os materiais de forma que eles puderam tocá-los, montar os experimentos e medir valores de grandezas físicas e a utilização das ferramentas computacionais faz parte do cotidiano dos alunos de Informática. Essas ações podem facilitar a construção de conhecimento desse e de outros conteúdos que eles venham a estudar. Dessa maneira, buscou-se como objetivo principal, investigar como usar atividades experimentais aliadas à construção de softwares no ensino de associação de resistores numa turma de terceiro ano do curso de informática integrado ao ensino médio no IFMA-SRM. E foram eleitos como objetivos específicos:

- ✓ Averiguar conhecimentos prévios dos alunos a respeito de associação de resistores;
- ✓ Desenvolver atividades experimentais que contemplem uma proposta metodológica de ensino sobre associação de resistores;
- ✓ Utilizar produção de softwares como ferramenta pedagógica no ensino de associação de resistores;
- ✓ Analisar as percepções dos alunos diante da utilização de atividades experimentais aliadas às computacionais no ensino de associação de resistores.

A pesquisa apresentada foi realizada em um Campus do IFMA, localizado na Mesorregião Sul do Estado do Maranhão. A turma objeto dessa pesquisa possui elevado índice de evasão. Segundo o registro escolar do Campus IFMA - SRM, foram matriculados 40 alunos no ano de 2016, sendo que desses alunos apenas 29 fizeram matrícula no ano de 2017, o que representa um percentual de 27,5 % dos alunos evadidos apenas no primeiro ano de curso. Nessa pesquisa não se tratou sobre a evasão, no entanto, é importante essa consideração tendo em vista que as metodologias utilizadas por professores em sala de aula são fatores que contribuem para o êxito dos alunos. A referida turma contou no momento da pesquisa com 28 alunos matriculados, dos quais 26 participaram efetivamente da pesquisa.

A pesquisa contemplou um conteúdo que geralmente é trabalhado no terceiro ano do ensino médio em escolas brasileiras, no entanto fazer a contextualização do que é estudado em sala de aula com o cotidiano deve ser ação rotineira no desenvolvimento das aulas. No caso específico, pode-se relacionar a “associação de resistores” com o próprio funcionamento dos computadores e outros dispositivos elétricos e eletrônicos. A compreensão desse processo fez-se importante na escolha da metodologia de trabalho a ser adotada para a realização da pesquisa, pois sendo uma turma de Informática, consequentemente ela tem familiaridade com computadores.

É oportuno citar que o professor pesquisador atualmente encontra dificuldades no ensino da referida disciplina, e a busca por uma prática que seja eficaz no ensino permeia o projeto aqui apresentado. Pois como diz Demo (1996, p. 47) quando se refere ao professor:

[...] aparece a necessidade inelutável de reconstruir permanentemente o projeto pedagógico próprio. Em vez de falar pelos outros, ou de ser mero porta-voz de teorias alheias, ou de apresentar-se como mero discípulo, precisa comparecer com proposta própria, elaborada e sempre reelaborada (DEMO, 1996, p.47).

Utilizar-se de sua realidade e propor soluções para as dificuldades enfrentadas cotidianamente em sala de aula se faz necessário nesse contexto, por isso, foi proposto o uso de atividades experimentais aliadas a atividades computacionais para o ensino do conteúdo “associação de resistores”. As atividades computacionais contemplaram a construção e utilização de softwares. Isso foi possível por que o conhecimento sobre algumas linguagens de programação faz parte da realidade da turma. Com isso, pôde ser utilizado como recurso relevante para aquisição do conhecimento sobre Física dentro da proposta do projeto.

Nesse contexto, foi experimentada uma opção para o ensino de Física, destacando o ensino através da pesquisa da própria prática docente, considerando-se os papéis de professor e aluno. Pois como afirma Demo (1996, p. 2), “decorre, pois, a necessidade de mudar a definição do professor como perito em aula, já que a aula que apenas ensina a copiar é absoluta imperícia”. Continuando, Demo (1996) enfoca a necessidade dos alunos serem sujeitos participativos, deixando de se comportarem como objeto de ensino e tornarem-se parceiros de trabalho.

Essa parceria exige uma postura participativa por parte do professor e do aluno, em que seja privilegiado o diálogo durante todo o processo. Dessa forma, a proposta da pesquisa contou com atividades realizadas em grupo. Esse tipo de abordagem propicia aos alunos espaço para discussões e para que levantem hipóteses e realizem as tarefas através de ações investigativas a respeito do conteúdo a ser trabalhado. Ao se referirem a importância do trabalho em grupo, Svinicki e McKeachie (2013, p. 203) dizem:

[...] Saber que seus parceiros estão dependendo de você aumenta a probabilidade de realização do trabalho. Na dimensão cognitiva, o trabalho em grupo oferece oportunidade de elaboração – pôr a matéria nas palavras de alguém – e uma chance para começar a usar a linguagem da disciplina (SVINICKI; MCKEACHIE, 2013, p. 203).

Destaca-se assim a possibilidade de êxito em relação ao aprendizado dos alunos sobre os conteúdos trabalhados em grupo. Pois conforme Svinicki e McKeachie (2013, p. 208), “Este tipo de aprendizado em grupo é uma estratégia

estruturada e bem desenvolvida para ajudar o aluno a aprender com o outro, em vez de depender exclusivamente do professor”. Enfatiza-se dessa forma a importância da comunicação e interação entre os alunos durante o processo de ensino e de aprendizagem. Ainda segundo Svinicki e McKeachie (2013, p. 204):

[...] Alunos que estão confusos têm maiores chances de fazer perguntas sobre suas dificuldades ou falhas ao grupo de colegas do que com o docente. Os alunos que não estão confusos devem organizar e reorganizar ativamente o próprio aprendizado para poder explicá-lo. Assim, tanto o aluno confuso quanto aquele que possui poucas dúvidas se beneficiam das interações com os colegas do grupo (SVINICKI; MCKEACHIE, 2013, p. 204).

Fica evidente assim que as atividades em grupo podem apresentar potencial para o ensino, desde que bem conduzidas. A oportunidade do aprendizado por parte dos alunos através da interação com o grupo se traduz num fator importante na formação dos discentes. Pois, como afirma Svinicki e McKeachie (2013, p. 203), “[...] a habilidade de trabalhar de forma cooperativa é essencial na maioria das profissões que os alunos vão exercer.” Evidencia-se assim que o trabalho em grupo dentro de uma instituição de ensino pode contribuir para além do aprendizado de determinado conteúdo, preparando o aluno inclusive para exercer profissões quando adentrar o mundo do trabalho.

O desenvolvimento das atividades em grupo foi pautado na investigação. Segundo Zompero e Laburu (2011), esse tipo de ensino possibilita a cooperação entre os alunos, a compreensão da natureza do trabalho científico por parte deles e o aperfeiçoamento do raciocínio e de suas habilidades cognitivas. Dessa forma, essas atividades propiciam espaços para discussão de ideias, explicação através da elaboração de hipóteses e teste de experimentos (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Considerando a vivência do pesquisador em sala de aula, a observação do envolvimento dos alunos em atividades experimentais e a potencialidade da utilização de ferramentas computacionais como ferramenta pedagógica na turma, acredita-se que a integração dessas ferramentas no ensino de “associação de resistores” possa ter sido uma boa opção utilizando-se de atividades investigativas realizadas em grupo à luz da teoria de Vigotski. Essa possibilidade foi traduzida numa importante motivação para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Torna-se oportuno destacar que o professor - pesquisador tem curso de licenciatura em Física e apresenta experiência docente desde 2001, em dois estados da federação, sendo eles o Piauí e o Maranhão. As experiências perpassam

pelas séries finais do ensino fundamental, ensino médio e técnico e superior. No ensino fundamental, a experiência se deu com os componentes curriculares Matemática e Ciências em escolas particulares do estado do Piauí. No ensino médio, possui a experiência nas três séries do ensino médio com o componente Física em escolas da secretaria de educação no estado do Piauí e Física e Matemática na secretaria de educação do estado do Maranhão. Em relação ao ensino superior, é oportuno citar a experiência com Física Geral e Biofísica no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no IFMA – SRM e Física Experimental II, Física Experimental III, Física Experimental IV, além de Prática de Ensino de Física no curso de licenciatura em Física na modalidade PARFOR no IFMA Campus São João dos Patos. Atualmente o referido pesquisador, através do contato com as disciplinas do mestrado, associado às situações vividas cotidianamente em sala de aula no ensino técnico e no técnico integrado ao ensino médio, vislumbra estratégias que possibilitem o ensino da Física, de forma que os conhecimentos possam fazer parte da realidade dos alunos e sejam significativos para eles.

Várias inquietações têm surgido durante o período em que o pesquisador está em sala de aula ministrando conteúdos de Física. Essas inquietações são impulsionadas pelas aulas do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES, as quais têm proporcionado uma reflexão fundamentada em teorias de aprendizagem, nos compartilhamentos de experiências do pesquisador com outros pós-graduandos do programa e pela influência das práticas que são desenvolvidas pelos professores do programa. Sendo assim, a avaliação da prática docente se constitui um ingrediente primordial para a apresentação desse projeto de pesquisa, que visou intervir pedagogicamente através de uma proposta de metodologia que privilegiasse a construção participativa dos alunos, durante a realização das atividades, no processo de ensino e de aprendizagem.

Além do reflexo no aluno, o desenvolvimento desse projeto propiciou um aperfeiçoamento no desenvolvimento pedagógico do pesquisador, tendo em vista a reflexão da própria prática e a intervenção pedagógica num contexto particular de sala de aula. Vislumbrou-se um aprendizado por parte dos alunos a respeito de “associação de resistores” através do auxílio de atividades experimentais aliadas às computacionais. Dessa prática surgiu um produto educacional que ficará à disposição de outros pesquisadores.

A escolha da turma se justificou por ser do curso de Informática e estar no terceiro ano. Os alunos nessa série apresentam conhecimento sobre algumas linguagens de programação, o que dá uma base para a construção de softwares. Como o conhecimento dessas linguagens de programação faz parte do contexto da turma, pode ser utilizado como recurso relevante para aquisição do conhecimento sobre Física.

A seguir são apresentados os demais capítulos desse trabalho. Esses capítulos dizem respeito a revisão teórica, procedimentos metodológicos, análise dos resultados e as considerações finais.

A revisão teórica aborda as ideias de vigtski aplicadas aos processos de ensino de aprendizagem sobre a interpretação de alguns autores. Além desse enfoque, esse capítulo traz fundamentação teórica sobre atividades experimentais, recursos tecnológicos e associação de resistores, além da análise de alguns estudos realizados sobre uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.

No capítulo que traz os procedimentos metodológicos, é apresentada a caracterização e o delineamento da pesquisa, bem como sua organização. Nesse capítulo também é realizada a análise dos dados.

No capítulo referente à análise dos resultados são examinadas e discutidas as informações provenientes dos dados obtidos a partir do questionário inicial, das atividades experimentais e computacionais sobre associação de resistores em série e paralelo, das apresentações dos trabalhos produzidos pelos grupos e das avaliações feitas pelos discentes através do questionário de percepção.

As considerações finais trazem um apanhado geral da pesquisa na visão do professor. Nesse capítulo são destacados pontos considerados relevantes durante a intervenção pedagógica e é apresentada a conclusão do professor sobre o desenvolvimento das atividades constituintes da presente pesquisa.

2 REVISÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica está organizada em cinco subcapítulos. O primeiro destes trata da importância da interação social nos processos de ensino e aprendizagem com base em Vigotski. O segundo subcapítulo versa acerca de atividades experimentais no ensino de Física. Já o terceiro subcapítulo apresenta uma discussão sobre a utilização dos recursos tecnológicos no ensino de Física. O quarto apresenta um marco teórico sobre associação de resistores. No quinto, é enfatizado o estado da arte a respeito do tema.

2.1 Interação social e os processos de ensino e de aprendizagem com base nas ideias de Vigotski

É importante compreender os fatores que influenciam o processo de aprendizado dos discentes, observando as contribuições da interação social para o aprendizado o aluno. Nessa interação, é preciso definir os papéis do professor e do aluno. Desse modo, essa pesquisa de intervenção no meio educativo do IFMA-SRM se faz relevante pela necessidade de se buscar novas formas de aprendizado. O experimento de novos procedimentos metodológicos pode ser importante para uma melhora nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como pode proporcionar aos alunos um melhor direcionamento de seus esforços para formação de conceitos a respeito dos conteúdos estudados. Sendo assim, é importante considerar a utilização de uma teoria que fundamente as ações a serem desenvolvidas. Dessa forma, Moreira (1999, p. 118) diz:

[...] as idéias de Vygotsky sobre formação de conceitos são interessantes do ponto de vista instrucional; mas, seguramente, o papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social

das funções mentais superiores, a linguagem, como o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, são muito mais importantes para serem levados em conta no ensino (MOREIRA, 1999, p. 118).

Nessa perspectiva, o papel do professor, da linguagem e do contexto social dos alunos podem ser considerados para o desenvolvimento cognitivo. Considerando o exposto, o desenvolvimento cognitivo do aluno é dependente dos pressupostos citados, que ao se combinarem poderão propiciar esse desenvolvimento. Para o desenvolvimento cognitivo devem ser observados todos os processos de ensino e de aprendizagem. Nessa observação devem ser consideradas as relações construídas entre os sujeitos envolvidos. Pois Moreira (1999, p. 119) diz que essas relações devem se dar através de interações e intercâmbio de significados ao, afirmando que:

[...] modelo de intercâmbio de significados pouco ou nada diz sobre como se dá a internalização; todavia deixa claro que esse intercâmbio é fundamental para a aprendizagem e, conseqüentemente, na ótica de Vygotsky, para o desenvolvimento cognitivo. Sem interação social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo. Interação e intercâmbio implicam, necessariamente, que todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem devam falar e tenham oportunidade de falar (MOREIRA, 1999, p. 119).

Com isso, o meio educacional deve oferecer as condições para que professor e aluno possam se expressar. Ele também deve possibilitar que docentes e discentes possam participar livremente dos processos de ensino e de aprendizagem. Neste caso, a responsabilidade desses processos é inerente a cada um dos participantes. O autor desenvolveu reflexões e trabalhos que convergem com esse raciocínio. A respeito disso, Moreira (1999, p. 118 e 119) afirma que:

[...] na interação social que deve caracterizar o ensino, o professor é o participante que já internalizou significados socialmente compartilhados para os materiais educativos do currículo. Em um episódio de ensino, o professor, de alguma maneira, apresenta ao aluno significados socialmente aceitos, no contexto de matéria de ensino, para determinado signo – da Física, da Matemática, da Língua Portuguesa, da Geografia. O aluno deve, então, de alguma maneira “devolver” ao professor o significado que captou (MOREIRA, 1999, p. 118 e 119).

Considerando a possibilidade da aquisição de conhecimento através dessa interação social, e que esse conhecimento seja compartilhado e socialmente aceito, devem ser observadas questões de importância como criação de oportunidades que

propiciem o engajamento dos sujeitos envolvidos no processo. Ao se referir a essa necessidade, Cole *et al.* (2007, p. 23) dizem:

Para que um experimento sirva como meio efetivo para estudar “o curso do desenvolvimento de um processo” ele deve oferecer o máximo de oportunidade para que o sujeito experimental se engaje nas mais variadas atividades que possam ser observadas e não apenas rigidamente controladas (COLE *et al.*, 2007, p. 23).

Destaca-se dessa forma a importância do professor investigar estratégias motivadoras que proporcionem oportunidades de envolvimento dos alunos nas atividades propostas em sala de aula. Essas atividades devem representar situações atraentes de aprendizado para os alunos. Propiciar esse tipo de atividades no estudo da Física é de fundamental importância para o estudo dos conteúdos relacionados a essa disciplina. Pois, como afirma Gaspar (2014, p. 175), ao interpretar a teoria de Vigotski:

Ao nosso ver, a compreensão do processo de ensino e aprendizagem apresentado pela teoria de Vigotski se apoia em duas ideias básicas: a aprendizagem como fator determinante no desenvolvimento cognitivo e a relação entre motivação e pensamento (GASPAR, 2014, p. 175).

Sendo assim, o autor enfatiza a importância da aprendizagem na sua relação com o desenvolvimento cognitivo ao tempo em que relaciona o pensamento com a motivação. Ao se referir ao pensamento, ele o relaciona com a palavra e esta por sua vez, apresenta significado. É possível fazer essa dedução de acordo com Vigotski (2008), pois ele afirma que a palavra é condição única para ser definida como fenômeno de pensamento quando o pensamento se relaciona a ela e nela é materializado, assim como é considerada fenômeno de discurso à medida que existe vinculação entre o discurso e o pensamento dentro da abrangência do pensamento. Em outras palavras, Gaspar (2014, p. 89) diz:

“O pensamento não se exprime na palavra, mas nela se realiza”. Talvez essa seja a frase que melhor sintetiza a principal ideia da teoria de Vigotski: o pensamento não existe independentemente da palavra, não se vale dela apenas para ser expresso; o pensamento existe porque a palavra existe (GASPAR, 2014, p. 89).

Corroborando com essa afirmação, Vigotski (2008) afirma que através do uso do significado das palavras como unidade analítica foi demonstrado que é possível o estudo sobre o desenvolvimento do pensamento verbal ao mesmo tempo em que a

evolução do significado das palavras é considerada como resultado mais importante do estudo.

Destaca-se então a relevância do pensamento e da linguagem na construção das relações sociais, no desenvolvimento cognitivo e consequentemente nos processos de ensino e de aprendizagem. Enfatiza-se a necessidade da promoção de espaços de interação que possibilitem a expressão de todos os envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem. O estabelecimento da comunicação entre professor – aluno e aluno – aluno durante o estudo de determinado conteúdo torna-se indispensável para o desenvolvimento de uma prática pedagógica que busque o envolvimento ativo dos alunos. Dessa forma, esse envolvimento é importante quando se deseja a resolução de um problema que contemple o desenvolvimento global desses alunos. Nessa ocasião, Cole *et al.* (2007, p.105) dizem:

[...] Obviamente, o problema não pode ser solucionado usando-se uma fórmula qualquer; para resolver essa questão são necessárias pesquisas concretas altamente diversificadas e extensas, baseadas no conceito de zona de desenvolvimento proximal (COLE et al., 2007, p. 105).

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) pode ser definida como a quantificação do potencial de aprendizagem do aluno de acordo seu contexto. Conforme Moreira (1999), trata-se de uma região onde acontece o desenvolvimento cognitivo e é um meio de aprendizado que, nesse caso, relaciona o desenvolvimento intelectual do estudante com o seu aprendizado real. Para Gaspar (2014, p. 185):

[...] a ZDI não trabalha com limites tão nítidos: não há indicações de faixas etárias ou de níveis de complexidade de conteúdos. Isso ocorre pela própria natureza do conteúdo: esses limites, além de serem individuais – cada aluno tem a sua ZDI -, dependem também do conteúdo a ser apresentado (GASPAR, 2014, p. 185).

Gaspar (2014) chama a atenção para o fato de que, ao pretender trabalhar com os limites da Zona de Desenvolvimento Proximal, o professor vai chegar a se deparar com o questionamento de como descobrir e estabelecer esses limites. Ainda segundo Gaspar (2014), não existe justificativa psicológica nem garantia que a Zona de Desenvolvimento Proximal de um aluno seja a mesma para dois conteúdos distintos de Física ou para outro conteúdo de Matemática. As experiências vivenciadas pelos discentes devem ser consideradas ao estudar determinado assunto, pois como Cole (2007, p. 94) afirmam:

[...] Qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia. Por exemplo, as crianças começam a estudar aritmética na escola, mas muito antes elas tiveram alguma experiência com quantidades – tiveram de lidar com operações de divisão, adição, subtração e determinação de tamanho (COLE et al., 2007, p. 94).

Dessa forma, ao professor detectar que as Zonas de Desenvolvidos Proximais dos alunos possam ser diferentes, a utilização do trabalho em conjunto, sob mediação do docente, pode ser uma opção para o desenvolvimento cognitivo dos discentes. Concebe-se dessa maneira a possibilidade do uso de trabalho colaborativo que possa contribuir para a construção de estruturas de pensamentos por parte dos alunos. A esse respeito, Gaspar (2014, p. 194) afirma:

Pode-se dizer que a ideia de colaboração está diretamente ligada à necessidade de os seres humanos construírem suas estruturas de pensamento, pois, como já dissemos várias vezes, elas não nos são dadas por heranças genéticas. Assim, todas as conquistas culturais da civilização em que vivemos, a começar por nossa própria linguagem, têm de ser construídas em nossa mente por meio da colaboração com nossos semelhantes mais velhos ou mais capazes (GASPAR, 2014, p. 194).

Ao refletir sobre essa citação pode-se conceber que a colaboração se constitui num fator decisivo para o aprendizado dos alunos. Esse aprendizado pode ser processado tanto através do contato do aluno com outros alunos quanto do contato do aluno com o professor. Com isso, o professor deve ser capaz de utilizar artifícios para avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos, pois esse conhecimento é fator primordial dentro do desenvolvimento de práticas pedagógicas motivadoras. Essas devem ser pensadas de modo a contemplar o trabalho colaborativo. Em relação à motivação, Gaspar (2014, p. 204) complementa:

Quanto à motivação, para ser coerente com o pensamento de Vigotski, ela deve ser intrínseca, baseada na emoção, no interesse despertado no aluno em aprender o conteúdo a ser apresentado, o que nem sempre é tarefa fácil, sobretudo em temas abstratos com pouca relação com a realidade do aluno (GASPAR, 2014, p. 204).

Compreendendo a importância da motivação, do interesse, da interação social no processo de ensino e aprendizagem, bem como do papel dos envolvidos nesse processo, pretendeu-se através desta pesquisa, investigar opções de uso de atividades experimentais e ferramentas computacionais no estudo da Física bem como investigar o próprio processo de ensino e de aprendizagem. A seguir é abordado o subcapítulo que trata das atividades experimentais no ensino de Física.

2.2 Atividades experimentais no ensino de Física

As atividades experimentais ainda são pouco utilizadas nas salas de aulas brasileiras. Embora sejam consideradas importantes, esse tipo de atividade ainda é utilizado com considerável raridade pelos professores de ciências das escolas públicas nacionais. Segundo Gaspar (2014, p. 7 e 8):

É muito comum que professores passem todo o ano letivo, quando não todo o curso, sem apresentar ou propor nenhuma atividade experimental a seus alunos. Quando o tempo é curto para completar o programa previsto – e quase sempre o é –, as atividades experimentais, apesar de essenciais, são as primeiras a ser cortadas (GASPAR, 2014, p. 7 e 8).

Corroborando com essa fala, Santos, Piassi e Ferreira (2004) afirmam que as pesquisas feitas na área de Ensino de Ciências indicam que as atividades experimentais são realizadas por um número limitado de professores. Essas atividades não abrangem a totalidade dos professores da educação básica e a participação de professores nesse tipo de atividade ainda não é expressiva.

Considerando as dificuldades enfrentadas por professores e alunos no ensino de Física e a necessidade de opções que auxiliem as atividades docentes, torna-se necessário buscar iniciativas pedagógicas que propiciem um aprendizado dessa disciplina em particular. Para Sias (2006), cabe ao professor propor experiências de aprendizagem que possam tentar combater os problemas vivenciados no ensino da Física, utilizando-se da atualização de instrumentos pedagógicos por ele utilizado.

Dessa forma, essas atividades apresentam-se como uma opção para o ensino de Física dentro de uma perspectiva de utilização de ferramenta relevante. Para Gaspar (2014, p. 7), “realizar atividades experimentais no ensino de Ciências, em particular de Física, é fundamental para a aprendizagem de conceitos científicos: não há professor, pesquisador ou educador da área que discorde desse preceito”. Sendo assim, a utilização das atividades experimentais pode ser considerada uma boa opção para o ensino de Física. Essas atividades podem se apresentar através das seguintes perspectivas: demonstrativas, ilustrativas, descritivas e investigativas.

Nas atividades demonstrativas, não há constância no contato dos alunos com os materiais. Para Bassoli (2014), “nesse sentido, a interatividade entre os alunos e os fenômenos/objetos é muito reduzida, não havendo interatividade física direta (*hands on*)”. Sendo assim, Bassoli (2014) complementa dizendo que é papel do

professor problematizar as demonstrações práticas de uma forma que possibilite o engajamento dos alunos diante da apresentação dos fenômenos e objetos apresentados.

No que diz respeito aos experimentos ilustrativos, os alunos têm contato frequente com os materiais. Bassoli (2014) define essas atividades como sendo o tipo de atividades em que os alunos podem realizar por si, permitindo um contato com fenômenos já conhecidos de maneira mais intensa que as demonstrações práticas.

Já nos experimentos descritivos os alunos têm a possibilidade de descrever fenômenos e chegar a suas próprias conclusões. Segundo Bassoli (2014), trata-se de um tipo de atividade que se baseia no descobrimento de fenômenos por parte dos discentes, que têm o dever de descrever fenômenos e tomar conclusões a respeito das observações realizadas durante a prática experimental. Ainda de acordo com Bassoli (2014), embora os alunos possam chegar a suas próprias conclusões através desse tipo de experimento, não significa que eles necessariamente realizem testes e hipóteses.

Para o desenvolvimento das atividades investigativas, que foram utilizadas nessa pesquisa, deve haver um envolvimento maior dos alunos na realização das práticas. Esse envolvimento pressupõe geração e obtenção de informações. Segundo Zompero e Laburu (2011), para que sejam obtidas e interpretadas novas informações e a comunicação dessas informações, deve haver um problema para ser analisado, hipóteses emitidas e um planejamento da realização de todo o processo investigativo. De acordo com Zompero e Laburu (2011, p. 75):

Um aspecto relevante que pode ser observado é a necessidade de que as atividades investigativas proporcionem aos estudantes o contato com as novas informações. Nas atividades investigativas, é necessária a comunicação das novas informações obtidas pelos alunos. Essa divulgação dos resultados poderá ser realizada por meio da oralidade ou da escrita (ZOMPERO e LAPURU, 2011, p. 75).

Nesse contexto, para a realização de atividades experimentais que contemplem o especificado, devem-se considerar alguns pressupostos, dentre eles, a figura do professor que é responsável por considerar todas as etapas da realização dessas atividades. Ao se referir a realização das atividades aqui mencionadas, Gaspar (2014, p. 210) diz:

[...] Em outras palavras, a realização de uma atividade experimental por um grupo de alunos sobre determinado conteúdo só possibilita a aprendizagem desse conteúdo se esse grupo contar com a colaboração de alguém que domine esse conteúdo e oriente a realização dessa atividade em todas as suas etapas: a exposição de seus objetivos e de seus fundamentos teóricos, a realização da montagem, a adoção dos procedimentos experimentais, a realização das medidas, a análise de dados, a obtenção de resultados e a apresentação das conclusões (GASPAR, 2014, p. 210).

Deve-se observar então a importância do professor e do seu papel no desenvolvimento de atividades dessa natureza. Trazer o estudo de conteúdos através de atividades experimentais requer planejamento e estratégias que permitam a participação ativa dos alunos, o que não se mostra uma tarefa fácil. Trabalhar na perspectiva do avanço da utilização dessas atividades pode ser considerado uma opção para o ensino de Ciências e Matemática. Analisando alguns trabalhos sobre Física, Araújo e Abib (2003, p. 184) falam que:

[...] Ainda que estas atividades apresentem limitações inerentes à sua própria característica, acredita-se que quando conduzidas adequadamente elas também podem contribuir para um aprendizado significativo, propiciando o desenvolvimento de importantes habilidades nos estudantes, como a capacidade de reflexão, de efetuar generalizações e de realização de atividades em equipe, bem como o aprendizado de alguns aspectos envolvidos com o tratamento estatístico de dados e a possibilidade de questionamento dos limites de validade dos modelos físicos. Portanto, a adequada condução das atividades pode ser considerada novamente como um elemento indispensável e fundamental para que seja alargado o leque de objetivos e o desenvolvimento de posturas e habilidades que podem ser promovidos através de atividades dessa natureza (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 184).

Araújo e Abib (2003) dizem também, que tanto professores como alunos apontam o uso das atividades experimentais como uma das formas que mais produz resultados positivos na diminuição das dificuldades no ensino e aprendizado da Física de modo significativo e consistente. Ao se referir aos resultados, Araújo e Abib (2003, p. 191) falam:

Esses resultados reafirmam posições já estabelecidas para o importante papel da experimentação no ensino de Física e sinalizam novas direções para sua utilização em sala de aula, revelando as atuais tendências das propostas formuladas pelos pesquisadores da área (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 191).

De igual forma, para Laburú (2006), as atividades experimentais demonstram sua relevância nos processos de ensino e de aprendizagem. Elas potencializam esse processo ao motivarem o aluno a experimentar um aprendizado significativo. Nesse sentido, demonstra-se relevante o trabalho com esse tipo de atividade e é

necessária a realização de novos estudos que ampliem a discussão da implantação de propostas nos ambientes escolares. Pois segundo Araújo e Abib (2003, p. 191),

[...] contatos frequentes realizados com professores que estão desenvolvendo atividades docentes atualmente nos permite constatar que essas propostas ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte de nossas escolas, o que sem dúvida indica a necessidade de realização de novos estudos que visem melhorar as articulações e propiciar um aprofundamento das discussões dessa temática, buscando a efetiva implementação dessas propostas nos diversos ambientes escolares (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 191).

É no intuito de desenvolver a pesquisa que permita a reflexão sobre a própria prática docente que esse trabalho foi apresentado bem como a utilização das atividades experimentais foi colocada em evidência. Segundo Gaspar (2014), a realização de uma atividade experimental propicia conhecimento de determinado conteúdo por parte de um grupo de alunos, se esse grupo contar com a colaboração de alguém que domine o conteúdo e oriente a realização de todas as etapas dessa atividade experimental. Nesse contexto, foram utilizadas as atividades experimentais como uma das ferramentas de ensino de Física, no caso em questão, de associação de resistores. O subcapítulo que segue abordará o uso de recursos tecnológicos no ensino de Física.

2.3 Recursos tecnológicos no ensino de Física

Embora muitas sejam as dificuldades encontradas no ensino de Física, a busca por estratégias na utilização de ferramentas, que auxiliem o professor a alcançar resultados que sejam considerados satisfatórios, faz parte do desafio diário dos docentes. Em meio a esses desafios, o conhecimento sobre ferramentas e a escolha das mesmas se fazem necessários, considerando a atividade que se pretenda desenvolver e os objetivos que se desejam alcançar. Dessa forma, segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) a diversificação do uso dessas ferramentas dentro de uma proposta que contemple a autonomia intelectual se traduz como alternativa durante o processo de ensino e de aprendizagem. Ainda segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 56):

É necessário material para desenvolver práticas experimentais indispensáveis para a construção da competência investigativa. E o uso

adequado dos produtos das novas tecnologias é imprescindível, quando se pensa num ensino de qualidade e eficiente para todos (BRASIL, 2006, p. 56).

Nessa perspectiva, em meio à escassez de instrumentos utilizáveis para o ensino de Física, apresentam-se as ferramentas computacionais como recurso tecnológico. Para Silva, Germano e Mariano (2011), o uso de novas tecnologias computacionais pode beneficiar o ensino da Física, pois os alunos são levados a ter sensação de incapacidade em compreender situações do cotidiano que não são demonstradas facilmente através da abordagem de temas amplos por essa disciplina. Nesse contexto, Fiolhais e Trindade (2003, p. 259) apontam que:

[...] A necessidade de diversificar métodos para combater o insucesso escolar, que é particularmente nítido nas ciências exactas, conduziu ao uso crescente e diversificado do computador no ensino de Física. O computador oferece actualmente várias possibilidades para ajudar a resolver os problemas de insucesso das ciências em geral e da Física em particular (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p. 259).

É importante destacar o uso do computador como ferramenta de aprendizagem. Para Lévy (2010), estão sendo criadas novas maneiras de convivência no mundo da Informática e das telecomunicações. Essas maneiras de convivência perpassam pela sala de aula, espaço em que os alunos devem se utilizar de ferramentas tecnológicas que permeiam o mundo em que eles constroem seus conhecimentos utilizando relações sociais. Sendo assim, compreender o computador como algo amplo e seu uso segundo esse entendimento se torna essencial. Nessa perspectiva, Lévy (2010, p. 102) diz:

Um computador concreto é constituído por uma infinidade de dispositivos materiais e de camadas de programas que se recobrem e interfaceiam umas com as outras. Grande número de inovações importantes no domínio da informática provém de técnicas: eletrônica, telecomunicações, laser... ou de outras ciências: matemática, lógica, psicologia cognitiva, neurobiologia. Cada casca sucessiva vem do exterior, é heterogênea em relação à rede de interfaces que recobre, mas acaba por tornar-se parte integrante da máquina (LÉVY, 2010, p. 102).

Com isso, pode-se aferir que o computador apresenta uma infinidade de opções de uso dentro de um ambiente de ensino, dadas as possibilidades da abordagem de conhecimentos relacionados às diversas disciplinas que compõem o currículo das escolas. Esses conhecimentos podem ser abordados levando em consideração desde a concepção do computador até sua utilização. Com isso, à luz

da teoria de Vigotski, utilizou-se essa ferramenta. É conveniente citar Fiolhais e Trindade (2003, p. 261) que destacam:

[...] as ferramentas computacionais emergentes como os desenvolvimentos mais recentes das teorias de aprendizagem têm contribuído para viabilizar algumas mudanças na educação. Desde muito cedo que se procurou apoiar o uso pedagógico do computador nos conhecimentos sobre os modos como os estudantes aprendem (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p. 261).

Ressalta-se a importância do uso dos recursos computacionais por parte dos alunos nas mais diversas atividades desenvolvidas. A produção de softwares possibilita um contato com o conteúdo de tal forma que para que eles consigam desenvolver esses softwares, eles precisam compreender o conteúdo. Essa compreensão permitirá que eles consigam produzir os softwares, tendo em vista que as linguagens de programação utilizam a lógica¹ na sua construção e funcionamento. Pois conforme afirmam Puga e Rissetti (2009, p. 2):

A lógica é aplicada a diversas ciências, tais como a Informática, a Psicologia, a Física e o Direito entre outras. Na Informática e na Computação, aplica-se a todas as suas áreas para a construção e o funcionamento do hardware e do software por meio de uma sequência lógica de ações (PUGA e RISSETTI, 2009, p. 2).

Nesse viés, a utilização da programação pode ser considerada como uma das potencialidades da utilização do computador como ferramenta de ensino. A sequência das ações a serem desenvolvidas durante o processo de programação é de fundamental importância para que o resultado reflita os conhecimentos acerca do conteúdo a ser estudado, pois dessa forma, a sequência de informações provenientes do estudo do conteúdo será organizada através de um algoritmo². O algoritmo permite a expressão do conteúdo estudado através de um passo a passo de ações dentro de uma sequência lógica. Essa sequência de ações, oriundas da

¹ Segundo Puga e Rissetti (2009, p. 1), “a palavra ‘lógica’ é originária do grego *logos* que significa linguagem racional. De acordo com o dicionário *Michaelis*, lógica é a análise das formas e leis do pensamento, mas não se preocupa com a produção do pensamento, quer dizer, não se preocupa com o conteúdo do pensamento, mas sim com sua forma, isto é, com a maneira pela qual um pensamento ou uma idéia é organizada e apresentada, possibilitando que cheguemos a uma conclusão” (PUGA e RISSETTI, 2009, p. 1).

² Para Puga e Rissetti (2009, p. 9), “podemos dizer que um algoritmo é uma sequência lógica e finita de instruções que devem ser seguidas para a resolução de um problema ou a execução de uma tarefa. Os algoritmos são amplamente utilizados nas disciplinas ligadas à área de ciências exatas, tais como matemática, física, química e computação, entre outras, além de ter aplicação muito ampla em outras áreas e atividades, sem apresentar, contudo, essa mesma conotação” (PUGA e RISSETTI, 2009, p. 9).

compreensão do conteúdo trabalhado nos experimentos da proposta desse projeto, subsidiou os softwares produzidos pelos alunos. Dessa maneira, existe a possibilidade de surgimento de situação de aprendizagem com a utilização dessa ferramenta. Fiolhais e Trindade (2003, p. 263) afirmam:

[...] computador permite novas situações de aprendizagem ao propiciar aos alunos a realização de medições de grandezas físicas em tempo real que lhes fornecem respostas imediatas a questões previamente colocadas. A apresentação gráfica de dados facilita leituras e interpretações rápidas.

Diante das potencialidades de uso do computador, considerando as especificidades dos alunos envolvidos na pesquisa aqui proposta e as atividades experimentais associadas ao uso dessa ferramenta, foram abordadas simulações. Para Lévy (2010, p. 123), “o conhecimento por simulação é sem dúvida um dos novos gêneros de saber que a ecologia cognitiva informatizada transporta”. Essa utilização foi baseada no uso de programação, tendo em vista que os alunos produziram os softwares relacionados aos experimentos e utilizaram os programas por eles produzidos para simular esses experimentos.

Diante dessa possibilidade, a programação se apresenta como algo que pode ser realizada num intervalo de tempo menor. Isso dá possibilidade para criação de softwares nas escolas, mesmo que a quantidade de aulas semanais sejam poucas. Claro que para isso acontecer, o perfil da turma deve ser colocado como fator primordial, a depender das atividades propostas ou do problema a ser resolvido. Isso é possível por meio do advento de linguagens de programação de alto nível, em que o programador tem a possibilidade de desenvolver softwares sem a utilização exclusiva do código binário. A respeito desse enfoque, Alves (2010, p. 17) diz:

[...] é absolutamente inviável desenvolver um programa combinando 0s e 1s, embora no início da era da computação tenha sido assim mesmo. Para isso foram desenvolvidas as linguagens de programação, que são as ferramentas utilizadas pelos programadores na criação de seus próprios programas (ALVES, 2010, p. 17).

As atividades envolvendo o computador enquanto ferramenta tecnológica de ensino podem se mostrar como boas opções para o aprendizado dos alunos. Essas ferramentas podem possibilitar que os alunos sejam sujeitos no processo de ensino e de aprendizagem. Isso ocorre, pois, esses alunos tem possibilidades de criar seus próprios softwares e testá-los na prática com seus colegas. Dessa maneira, o aluno deixa de se comportar como mero receptor de informações e passa a interagir de

maneira ativa dentro do processo. Essa interação mediada pelo professor pode ser expressa em termos de aprendizado. Com isso, essas ferramentas tecnológicas foram utilizadas aliadas a atividades experimentais para o ensino de Física. O subcapítulo que segue faz referência a associação de resistores.

2.4 Associação de resistores

Antes de falar sobre a associação de resistores, é importante realizar uma abordagem sobre as grandezas físicas consideradas no estudo desse conteúdo durante a realização da pesquisa. Sendo assim, inicia-se pela corrente elétrica, que de acordo com Nussenzveig (2015, p. 101):

Se ligarmos por um fio metálico as placas de um capacitor carregado, não pode haver equilíbrio eletrostático, pois as extremidades do fio condutor estão com potenciais diferentes. Sabemos o que acontece: uma corrente elétrica passa através do fio quando a conexão é feita. Essa corrente resulta do movimento de elétrons livres, que se deslocam da placa negativa à positiva através do fio (NUSSENZVEIG, 2015, p. 101).

Ainda segundo Nussenzveig (2015), a intensidade da corrente elétrica que atravessa a seção reta de um fio condutor é dada pela quantidade de carga que passa por essa seção numa unidade de tempo, sendo expressa pela equação:

$i = \frac{dq}{dt}$. De maneira análoga, Tipler e Mosca (2015, p. 145) dizem que:

Quando um interruptor é acionado para ligar um circuito, uma pequena quantidade de carga se acumula ao longo das superfícies dos fios e dos outros elementos condutores do circuito, e estas cargas superficiais produzem campos elétricos que direcionam o movimento das cargas elétricas através dos materiais condutores do circuito (TIPLER e MOSCA, 2015, p. 145).

Dessa forma, Tipler e Mosca (2015, p. 145) definem corrente como sendo “a taxa de fluxo de carga através de uma superfície – tipicamente a seção transversal de um fio”. Tipler e Mosca (2015) dizem ainda que as cargas elétricas móveis podem estar positivamente ou negativamente carregadas e por convenção, se a corrente é devida a cargas positivas terá sinal positivo se movendo no sentido positivo e se é devida a cargas negativas, movem-se no sentido negativo e que essa convenção foi

estabelecida antes que se conhecesse que os elétrons livres eram os portadores de carga livres nos metais.

Continuando a falar sobre essas grandezas, Halliday, Resnick e Krane (2006) dizem que, em muitas aplicações, é conveniente trabalhar com uma grandeza escalar relacionada ao campo, que é obtida a partir da energia potencial de modo semelhante. Essa grandeza é chamada de potencial elétrico, definindo-se como a energia potencial por unidade de carga de prova.

Dessa forma, considerando dois pontos distintos com potenciais diferentes, pode-se medir a diferença de potencial entre esses pontos. Essa diferença de potencial tem como unidade de medida no sistema internacional de unidades o volt, que tem o “V” como abreviação. Para Halliday, Resnick e Krane (2006), mede-se a diferença de potencial entre dois pontos ao encostar as extremidades de prova de um voltímetro nesses pontos e utiliza-se com frequência o nome “voltagem” para representar o potencial elétrico ou a diferença de potencial entre pontos. Ademais, Halliday, Resnick e Krane (2006) enfatizam que a diferença de potencial entre dois pontos “a” e “b”, localizados num campo elétrico, não depende do caminho que a carga de prova vai percorrer entre esses pontos, sendo assim independente do percurso, dependendo apenas das localizações dos pontos.

Tendo falado a respeito da corrente e da diferença de potencial, resta-se abordar a resistência elétrica. Tipler e Mosca (2015), ao considerarem um segmento de fio com comprimento ΔL , área de seção transversal A e corrente i com uma diferença de potencial entre dois pontos desse segmento, expõem que a resistência do segmento é dada pela razão da diferença de potencial no sentido da corrente e a própria corrente. Corroborando com essa exposição, Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 100) afirmam que:

Se for aplicada a mesma diferença de potencial entre as extremidades de duas hastes, uma de cobre e outra de madeira, resultarão nelas correntes muito diferentes. A característica do condutor que intervém nesse fenômeno é a sua resistência. Definimos a resistência de um condutor entre dois pontos, aos quais se aplica uma diferença de potencial V , medindo a corrente i e dividindo V por i : $R = V/i$. Se V for expresso em volts e i em ampéres, uma unidade que é chamada de ohms (abreviada por Ω) (HALLIDAY, RESNICK e KRANE, 2006, p. 100).

Assim, de acordo com Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 103) a relação $V = Ri$ por si só não é considerada como o enunciado da lei de ohm, ainda segundo esses autores “a Lei de Ohm é uma propriedade específica de certos materiais, não

sendo uma lei geral do eletromagnetismo como, por exemplo, a lei de Gauss”. Segundo Tipler e Mosca (2015), a diferença de potencial e a corrente elétrica são fatores da resistência para muitos materiais, sendo essas matérias denominados de materiais ôhmicos. Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 103) corroboram quando dizem que “um material ou elemento de circuito que obedece à Lei de Ohm³ é chamado ôhmico”.

Ao considerar essa resistência, Tipler e Mosca (2015) mencionam que há uma relação com o comprimento (**L**) do segmento do fio, com a área da seção reta transversal (**A**) e uma constante de proporcionalidade (ρ), denominada resistividade, sendo representada a resistência pela equação **$R = \rho L/A$** .

Os resistores⁴ podem ser associados de diversas maneiras. Dentre essas formas de associação é possível citar a associação em série. Essa associação apresenta a resistência equivalente sempre maior do que qualquer uma das resistências que compõem a associação. Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 119) explicam:

[...] para achar a resistência equivalente de uma associação em série, ache a soma algébrica das resistências individuais. Note que a resistência equivalente de uma associação em série é sempre maior do que a maior das resistências da associação – ao adicionar mais resistores em série, obtemos menos corrente com a mesma diferença de potencial (HALLIDAY, RESNICK e KRANE, 2006, p. 119).

Dessa forma, Halliday, Resnick e Krane (2006) afirmam que a diferença de potencial entre os terminais de uma associação em série é igual a soma das diferenças de potenciais dos terminais de cada resistor. Sendo assim, numa associação de resistores em série, a corrente elétrica que passa em cada resistor tem o mesmo valor.

No que diz respeito à associação de resistores em paralelo, é possível observar que a resistência equivalente é sempre menor do que qualquer uma das resistências que compõem a associação. Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 118) explicam que:

[...] para achar a resistência equivalente de uma associação em paralelo, adicione os inversos das resistências individuais e tome o inverso do

³ Para Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 103), “um condutor obedece a lei de Ohm se a resistência entre qualquer par de pontos do condutor é independente da magnitude e da polaridade da diferença de potencial aplicada a esses dois pontos” (RESNICK e KRANE, 2006, p. 103).

⁴ Segundo Halliday, Resnick e Krane (2006, p. 103), “Um condutor cuja função em um circuito é fornecer uma resistência especificada é chamada de resistor” (RESNICK e KRANE, 2006, p. 103).

resultado. Note que R_{eq} é sempre menor do que a menor das resistências na associação em paralelo – ao adicionarmos mais caminhos para a corrente, obtemos mais corrente com a mesma diferença de potencial (HALLIDAY, RESNICK e KRANE, 2006, p. 118).

Dessa forma, fica explícito que numa associação de resistores em paralelo a diferença de potencial é a mesma em todos os resistores associados. Deduz-se também que à medida que se adicionam resistores à associação, a resistência equivalente diminui. Desta forma, a corrente elétrica total do circuito é aumentada e dividida pelos resistores de acordo com seus valores.

Sendo assim, para o estudo da associação de resistores existe a necessidade da abordagem de outras grandezas físicas que se relacionam em um circuito elétrico. As grandezas, corrente e potencial elétrico se relacionam com a resistência da forma que foi mostrado nas referências citadas. Desse modo, foram observadas as implicações do estudo desse conteúdo que foi realizado com a utilização de atividades experimentais aliadas a ferramentas computacionais. No subcapítulo seguinte são apresentados alguns estudos recentes sobre aliança de atividades experimentais e computacionais.

2.5 Estudos recentes sobre a temática

Aqui são apresentadas pesquisas acerca de dissertações e teses disponibilizadas nos portais da Capes e em repositórios das universidades. Para obtenção dessas informações, foram realizados procedimentos de busca de títulos através do fornecimento de palavras - chave.

Considerando que a presente pesquisa é sobre atividades experimentais e tecnologias no ensino de Física, primeiro digitou-se o título do projeto “atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no ensino de Física: um estudo sobre associação de resistores”. Ao digitar esse título, nenhum resultado foi encontrado. Isso leva a crer que não há outro trabalho com esse título.

Resolveu-se então, digitar “atividades experimentais aliadas a tecnologias no ensino de Física”. Com isso foram encontrados 7280 trabalhos. Dessa forma resolveu-se refinar a pesquisa digitando “atividades experimentais computacionais ensino de Física”. Dessa vez foram mostrados 216 resultados. Ao ler os trabalhos por meio dos títulos e resumos, chegou-se a um total de cinco trabalhos com as características semelhantes a este, que serão apresentados na sequência.

O primeiro dos cinco trabalhos a ser considerado é a tese de Dorneles (2010), que ao propor o título “integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral” utilizou como pressupostos teóricos de aprendizagem a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria sociointeracionista de Vigotski (Vygotsky, 2003; Vigotski, 2001). Ele utilizou também a modelagem esquemática de Hallou (1996) além da epistemologia de Bunge (1974).

Para o desenvolvimento de seu trabalho, o referido autor fez uma divisão da prática em quatro estudos. Esses estudos envolveram duzentos e quarenta e três alunos dos cursos de engenharia e Física (bacharelado e licenciatura) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O conteúdo trabalhado na pesquisa foi o eletromagnetismo. Ao abordar esse conteúdo, Dorneles (2010) objetivou minimizar os fatores negativos das atividades computacionais (AC) e atividades experimentais (AE) ao integrá-las durante a pesquisa. Dorneles (2010) comenta que essas atividades se complementam através de pelo menos duas situações: através da aprendizagem conceitual propiciada pelas AC, quando os alunos passam a interagir de forma consciente com os experimentos reais e através da análise de sistemas reais e ideais.

Ao se referir à conclusão do seu trabalho, Dorneles (2010) destaca que principalmente nas atividades em que os alunos utilizaram o computador e o material experimental simultaneamente foi observada uma evolução nas respostas dadas por eles. Segundo Dorneles (2010), os discentes passaram a justificar suas respostas com argumentações conceituais, mesmo que por vezes de maneira errada. O autor observou também que o uso do computador não se torna necessário em todas as atividades experimentais.

Outro trabalho que aborda a utilização das atividades experimentais e computacionais é a dissertação de mestrado de Heidemann (2011) cujo título é: “Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio”. Nessa dissertação é apresentado como objetivo geral: “Investigar as causas que levam os professores da educação básica a desprezarem as atividades experimentais (AE) e as atividades computacionais (AC) e a muitas vezes utilizar esses recursos de forma inadequada” (HEIDEMANN, 2011, p. 11).

O autor citado utilizou como aporte teórico a Teoria do Comportamento Planejado de Ajzen (1985) e o estudo de caso exploratório. Foram utilizados três estudos para realização da pesquisa. O primeiro com cinquenta e dois professores, desses, vinte e cinco eram alunos de um programa de mestrado profissional e vinte e sete eram mestres. O segundo estudo foi realizado com sessenta e quatro professores que estavam cursando uma especialização em Física à distância. Já o terceiro estudo foi realizado com cinquenta e três professores que atuam em diferentes níveis e instituições de ensino. Os níveis de ensino identificados são médio, técnico-profissionalizante, superior e especialização. Os tipos de instituições são privadas e públicas. As públicas contemplam as redes municipal, estadual e federal.

Ao analisar os resultados, Heidemann (2011) concluiu que, de forma abrangente, os professores dão mais importância às AE em detrimento das computacionais, além de não apresentarem conhecimento sólido sobre o uso de ambas. No que diz respeito ao uso integrado dessas atividades, Heidemann (2011, p. 110) diz que “isso evidencia que provavelmente a maioria dos professores de Física não tem conhecimento das vantagens de atividades que explorem experimentos reais e virtuais de forma combinada”.

O terceiro trabalho encontrado que trata sobre o tema foi a dissertação que apresenta o título “Do positivo ao negativo: utilizando ferramentas computacionais e experimentação para a simulação de (meta) materiais refrativos”. Trata-se da dissertação de mestrado da professora Nozela, defendida em agosto de 2016. O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de simulações de fenômenos físicos com modelagem matemática e experimentação. O conteúdo trabalhado foi óptica geométrica.

A pesquisa contou com a participação de uma turma de 14 alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola da rede particular localizada na cidade de Araraquara - SP. A realização das atividades ocorreu no segundo semestre de 2015. No que diz respeito à teoria de aprendizagem, foi citada no trabalho, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel segundo interpretação de Moreira (2005).

Ao discutir a respeito dos resultados expressos através das falas dos estudantes, Nozela (2016) relata que a motivação e o interesse demonstrados pelos alunos se destacaram. Nozela (2016, p. 79) diz que “desde a primeira vez que foram propostas aos alunos, atividades diferentes das que eles estavam acostumados nas

aulas, verificou-se o interesse e a vontade de realizá-las, principalmente porque elas envolviam a construção de simulações”.

Outro trabalho aqui abordado é a dissertação de Rodrigues (2016) que tem como título “o ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética”. O objetivo geral da pesquisa foi “investigar como atividades experimentais e computacionais integradas influenciam as atitudes e motivações dos estudantes frente às aulas de indução eletromagnética” (RODRIGUES, 2016, p. 20).

Os participantes da pesquisa foram em número de 30. Trata-se de alunos de uma turma de terceiro ano e três turmas de quarto ano de quatro cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFTO – Campus Palmas. No projeto foi trabalhado o conteúdo indução eletromagnética com uso de atividades experimentais integradas a computacionais. A pesquisa realizada foi qualitativa dentro da perspectiva de um estudo de caso.

Para Rodrigues (2016), a realização dessa pesquisa através da integração entre atividades experimentais e computacionais se traduz numa tentativa de tornar as aulas de Física com mais significados e agradáveis, tendo em vista que o ensino de Física tem se mostrado cada vez mais desafiador para os profissionais da área. Dessa forma com a realização desse trabalho, Rodrigues (2016, p.140) afirma que:

Ao término desta pesquisa, deduz-se que a construção de uma proposta metodológica dessa natureza, sugerindo a integração de atividades experimentais e atividades computacionais para a melhoria do ensino, pode dar origem a um material que venha auxiliar docentes que buscam novas possibilidades e que possuem o intuito de melhorar a motivação dos alunos para construir conhecimento (RODRIGUES, 2016, p. 140).

Ainda segundo Rodrigues (2016), ao término da intervenção foi possível notar que a avaliação feita pelos alunos a respeito do procedimento foi positiva e a integração entre atividades experimentais reais com a informática é uma alternativa motivadora para um melhor entendimento sobre eletromagnetismo, o que possibilita instigar a curiosidade dos alunos. Para Rodrigues (2016, p. 141) “dessa forma, concluiu-se que integrar atividades experimentais a atividades computacionais promove engajamento dos alunos na realização de seus estudos”.

A outra dissertação considerada é a de Moro (2015), que tem como título “Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio”. O

objetivo dessa pesquisa é “investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica, no 2º ano do ensino médio de uma escola particular, no município de Erechim/RS” (MORO, 2015, p. 14). Essa pesquisa utilizou como referencial teórico de aprendizagem, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e algumas interpretações de Moreira (1983, 2001, 2005, 2012).

A pesquisa foi realizada com duas turmas de uma escola particular de Erechim/RS, no entanto, para a análise dos dados dessa pesquisa foi considerada apenas uma. A turma considerada é composta por 35 alunos. Trata-se de um estudo de caso dentro de uma pesquisa qualitativa.

O conteúdo trabalhado foi transferência de energia térmica, dentro de uma proposta com integração de atividades experimentais integradas a atividades computacionais. Conforme Moro (2015), a Física faz sentido a partir do instante em que é estudada, vivida e incorporada pelo aluno nos fenômenos que ele observa, manuseia e constata. Continuando, Moro (2015, p. 128) afirma:

[...] O professor de Física deve priorizar e valorizar as diferentes maneiras encontradas pelos estudantes na resolução das atividades, bem como fazer a ligação entre o concreto e o abstrato e, inclusive, relacionar os conteúdos com o cotidiano dos estudantes. Deste modo, a Física pode passar a ter o seu valor e sentido para os estudantes (MORO, 2015, p. 128).

Com a realização desse trabalho, Moro (2015) observou por meio das atividades realizadas, que os alunos demonstraram predisposição para aprender e se demonstraram motivados para realização das práticas. Ao analisar os resultados, Moro (2015) afirma que viu indícios de aquisição de novos conceitos sobre propagação de energia térmica, bem como a modificação de subsunçores por parte dos alunos. Essas afirmações evidenciam que a prática adotada contribuiu para o aprendizado dos alunos a respeito do conteúdo estudado, além de propiciar o interesse pelas atividades desenvolvidas.

Todos os relatos apresentados nessa seção corroboram com as possibilidades exitosas de se trabalhar com atividades experimentais aliadas a tecnologias no ensino de Física. O estudo do eletromagnetismo abordado em dois desses trabalhos demonstra que essa pesquisa intitulada “Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de *softwares* no ensino de física: um estudo sobre

associação de resistores” apresenta possibilidade de contribuir para o aprendizado dos alunos que fizeram parte da pesquisa.

Embora a pesquisa de Moro (2015) apresente semelhanças com a tese de Dorneles (2010) e com a dissertação de Rodrigues (2016) por trabalhar conteúdo de eletromagnetismo com atividades experimentais e computacionais, aquela conta com algumas peculiaridades que podem contribuir com resultados relevantes. O formato das atividades computacionais difere das trabalhadas pelos autores mencionados, tendo em vista que os alunos desenvolveram os *softwares* aplicados nas simulações dos experimentos por eles realizados. Este é um diferencial desta pesquisa. É importante frisar que a tese de Dorneles (2010), utilizou-se de atividades realizadas com alunos de graduação, enquanto esta pesquisa se utilizou de atividades realizadas com alunos do curso técnico integrado ao ensino médio. Já a dissertação de Rodrigues (2016) trata o conteúdo indução eletromagnética, diferente do que foi trabalhado nesta pesquisa.

A partir da pesquisa realizada por Heidemann (2011), fica evidente o motivo de se encontrar poucos trabalhos que utilizam as atividades experimentais aliadas a ferramentas tecnológicas no ensino de física. Essa testificação demonstra a necessidade da realização de atividades que utilizem essas ferramentas, pois como corroborado pelos resultados dos trabalhos de Dorneles (2010), Moro (2015), Nozela (2016) e Rodrigues (2016), os resultados das pesquisas com essas atividades têm se mostrado satisfatórios.

Os trabalhos expõem um campo de possibilidades e necessidades de estudo através de pesquisas sobre o uso de atividades experimentais e computacionais. Os resultados emergentes destes trabalhos sugerem que a utilização dessas atividades pode ser usufruída em vários níveis de ensino. Com isso, acreditou-se na relevância dessa pesquisa para o ensino de Física dentro da realidade considerada, tendo em vista que outras pesquisas similares já vêm sendo realizadas com êxito em outras regiões do Brasil. A seguir, é apresentado o capítulo que trata dos procedimentos metodológicos desta pesquisa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo serão abordados a caracterização, o delineamento e organização da pesquisa. Com isso, esse capítulo trata do espaço em que foram realizadas intervenções pedagógicas que contaram com atividades experimentais aliadas à construção e utilização de *softwares*.

Cabe ressaltar que o presente trabalho é parte integrante do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES. As atividades propostas por esse mestrado incentivam a reflexão da prática docente, tendo em vista que muitas são realizadas no próprio espaço de sala de aula. Entende-se que investigar a própria prática é fundamental para que seja alcançada uma melhora nos resultados dos processos de ensino e de aprendizagem. Com isso, as atividades que foram desenvolvidas contemplaram uma realidade particular de sala de aula na qual o pesquisador é professor e foram abordadas de maneira investigativa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Com essa pesquisa buscou-se uma compreensão dos sujeitos envolvidos, sua relação com o desenvolvimento das atividades e suas atitudes nesse processo. No que diz respeito ao pesquisador, é importante ressaltar a necessidade de sua participação ativa. Este atuou como um sujeito atento aos detalhes durante todo o processo de desenvolvimento da pesquisa. Dessa maneira, esse estudo propôs uma abordagem metodológica qualitativa. Ludke e André (2012, p. 12) ao se referirem à Bogdan e Biklen (1982) dizem:

[...] pesquisa qualitativa ou naturalística, segundo Bogdan e Biklen (1982), envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o

produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (LUDKE e ANDRÉ, 2012, p. 12).

Durante a pesquisa foram levantadas informações por meio de diferentes instrumentos. Foram feitos levantamentos de diálogos e falas dos alunos através da gravação de vídeos, bem como registros de fotos e aplicações de dois questionários semiestruturados. O questionário inicial (APÊNDICE C) para obtenção de informações sobre o conhecimento prévio dos alunos a respeito do conteúdo abordado e o questionário de percepção (APÊNDICE H), o qual foi aplicado no final, serviram para obtenção de informações sobre a avaliação realizada pelos alunos a respeito das atividades desenvolvidas. Além desses, foram utilizados os questionamentos presentes nos apêndices que tratam das atividades sobre associação de resistores em série, experimentais (APÊNDICE D) e computacionais (APÊNDICE E) e as que mostram associação de resistores em paralelo, as experimentais (APÊNDICE F) e computacionais (APÊNDICE G).

Para complementar, serviram como fonte de evidências, os *softwares* desenvolvidos pelos alunos com os respectivos códigos e as anotações de um diário de campo.

Considerando a relevância do contexto, do contato do pesquisador com a situação e da inserção dos objetos sob determinadas circunstâncias previstas na pesquisa desenvolvida, Ludke e André (2012, p. 12) afirmam:

[...] justificativa para que o pesquisador mantenha um contato estreito e direto com a situação onde os fenômenos ocorrem naturalmente é a de que estes são muito influenciados pelo seu contexto. Sendo assim, as circunstâncias particulares em que um determinado objeto se insere são essenciais para que se possa entendê-lo. Da mesma maneira as pessoas, os gestos, as palavras estudadas devem ser sempre referenciadas ao contexto onde aparecem (LUDKE e ANDRÉ, 2012, p. 12).

Este trabalho considerou as especificidades inerentes a uma turma de ensino técnico integrado ao médio de um campus da rede federal. Essa turma é de terceiro ano do curso de Informática. Esse curso de Informática tem um viés voltado para o estudo de programação, e no terceiro espera-se que os alunos possuam conhecimento sobre algumas linguagens de programação, o que se torna relevante para realização de um trabalho com as características dessa pesquisa. Dessa forma, enfatiza-se que a presente pesquisa foi desenvolvida com a referida turma, na qual o pesquisador ministra aulas de Física no ano letivo em que as atividades foram desenvolvidas.

Trata-se, portanto de uma situação específica de investigação realizada em um contexto particular que se utilizou de ferramentas metodológicas para o seu desenvolvimento. Na busca do entendimento das implicações do desenvolvimento das atividades componentes dessa pesquisa, utilizou-se de algumas características do estudo de caso como investigação. Essas características estão de acordo com a interpretação de Yin (2015) ao afirmar que o estudo de caso é uma investigação empírica que propicia a investigação de um fenômeno do mundo real. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é usado em diversas situações como método de pesquisa e contribui para o nosso conhecimento a respeito de fenômenos individuais, organizacionais, coletivos, sociais, políticos e relacionados. No caso específico dessa pesquisa, o professor pesquisador ficou envolto no desenvolvimento das atividades, observando e registrando os detalhes, buscando averiguar o processo contemplando a perspectiva dos alunos. Para isso, destacou-se a utilização de múltiplas fontes de evidências que são características do estudo de caso. Segundo Yin (2015, p. 124), “o uso de múltiplas fontes de evidência na pesquisa de estudo de caso permite que o pesquisador aborde uma variação maior de aspectos históricos e comportamentais”.

Durante o desdobramento das atividades é importante citar que a coleta de dados se configurou como outra característica de estudo de caso, sendo essas realizadas no espaço próprio e diário dos discentes. Essa característica desse tipo de investigação é confirmada por Yin (2015, p. 92) quando diz: “[...] você estará coletando dados das pessoas e das instituições nas situações do dia – a – dia, não no confinamento controlado do laboratório, na santidade da biblioteca ou nas limitações estruturadas de um questionário de levantamento”.

Logo, nos encontros pertinentes à pesquisa, utilizando-se de observação participante procederam-se com registros de fotos, gravações de vídeos e anotações de campo. Implicou-se para tanto a visualização do comportamento dos discentes durante as atividades, o registro de falas a observação de gestos e a verificação de interações. Paralelamente aos acontecimentos, a escrita era realizada na busca de uma compreensão mais aprofundada dos fatos observados, olhando para os discentes como protagonistas no contexto global da pesquisa. Nesse contexto, Moraes e Galiazzi (2016, p. 178) afirmam que: “[...] toda pesquisa pretende uma ampliação da compreensão ou da capacidade de explicação dos fenômenos que investiga”.

Com esse entendimento, também foram utilizados questionários e artefatos físicos como fontes de evidências. Estes são referentes aos *softwares* e códigos que os originaram. Percebeu-se assim, que as fontes mencionadas foram se completando durante a realização da pesquisa, sendo consideradas importantes.

Sobre essa importância, ao considerar as intervenções que se tornaram necessárias durante as atividades, a observação participante tornou-se relevante. Segundo Yin (2015, p. 119), “a observação participante é uma modalidade especial de observação na qual você não é simplesmente um observador passivo”. Com isso, essa observação se confirmou como algo a ser destacado no desenvolvimento dessa pesquisa. O fato de o contexto contar com a presença do professor pesquisador como integrante do espaço de sala de aula, facilitou a abordagem e o estudo do conteúdo.

Complementando a utilização de fontes de evidências, os artefatos físicos⁵ aparecem como uma fonte adicional de relevância nessa pesquisa. Ao se referir à relevância dos artefatos físicos, Yin (2015, p. 122) diz que “[...] quando relevantes, os artefatos podem ser um componente importante no caso em geral”. A afirmação é corroborada porque foram utilizados computadores durante a realização de algumas atividades componentes dessa pesquisa. Através da utilização desse recurso, os alunos produziram um material “*software*” que serviu como produto de análise.

A utilização de vídeos foi importante nessa pesquisa, através dessa fonte pôde-se observar detalhes nas falas dos alunos. Eles foram gravados pelo professor pesquisador enquanto realizavam as atividades. Tais registros foram utilizados em alguns momentos durante a realização das atividades experimentais e computacionais bem como nas apresentações dos grupos. Ao se referir especificamente aos vídeos, Loizos (2002) menciona que eles registram dados dentro da complexidade de ações de um grupo de pessoas que, enquanto acontece, se torna difícil de serem descritos de modo compreensível por um só observador. Complementando essa fonte durante o processo, as informações que foram surgindo durante o desenrolar da pesquisa foram anotadas. Tais anotações dizem respeito a falas de alunos e ações individuais ou dos grupos. Para isso foram

⁵ Segundo Yin (2015, p.122), “[...] um estudo de caso do uso de computadores pessoais na sala de aula precisava confirmar a natureza do uso real das máquinas. Embora o uso pudesse ser observado diretamente, um artefato – o material impresso do computador também estava disponível. Os estudantes apresentavam essas impressões como o produto acabado de seu trabalho e mantinham anotações do que havia sido impresso” (YIN, 2015, p. 122).

utilizadas as anotações de campo. Considerando sua importância numa pesquisa qualitativa, a exemplo desta, Triviños (1987, p. 154) conceitua:

[...] pesquisa qualitativa, o registrado das informações representa um processo complexo, não exclusivamente pela importância que nesse tipo de investigação adquirem o sujeito e o investigador, mas também pelas dimensões explicativas que os dados podem exigir (TRIVIÑOS, 1987, p. 154).

Ainda para Triviños (1987), as reflexões do investigador advindas da observação de fenômenos devem ser registradas nas anotações de campo. Desse modo, essas anotações demonstraram-se importantes no desenvolvimento da pesquisa aqui apresentada. Sendo assim, esta pesquisa é caracterizada como descritiva, pois segundo Gil (2002, p.42) “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. Nesse contexto, não se pretendeu chegar a uma resposta pronta para o problema da pesquisa, pois como aponta Gil (2009, p. 49), o papel do pesquisador “[...] é obter uma visão mais acurada do problema para posteriormente realizar uma pesquisa mais aprofundada. Ou construir hipóteses capazes de orientar trabalhos futuros”.

Conforme os objetivos propostos, esse estudo pretende contribuir, dentre outras formas, através da geração de informações que possam ser utilizados em outras pesquisas, sem a pretensão de responder definitivamente a problemas propostos.

3.2 Delineamento da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em um Campus do IFMA que está localizado na mesorregião sul do estado do Maranhão. Trata-se do Campus São Raimundo das Mangabeiras, localizado na cidade de São Raimundo das Mangabeiras – MA. Essa cidade está localizada a aproximadamente 720 Km da Capital São Luís e segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) conta com uma população estimada em 18.680 pessoas em 2017. Ainda segundo informações desse órgão, em 2015 o IDEB dos anos iniciais do ensino fundamental dessa cidade é de 4,7 e o dos anos finais do ensino fundamental é de 3,6 (IBGE, 2017).

Quanto à estrutura física e aos recursos didáticos, o Campus propicia aos alunos e professores um laboratório de Informática com vinte e cinco computadores

com acesso à internet além de uma biblioteca. Essa biblioteca conta com acervo bibliográfico que atende às demandas das disciplinas da base técnica do curso e conta com cabines individuais para estudo e mesas com cadeiras para estudos em grupos.

Além dos espaços referidos anteriormente, o IFMA-SRM possui um laboratório de Física e Matemática e outro de Biologia e Química, laboratório de Geoprocessamento, Microbiologia e Fitopatologia. O Campus apresenta salas de aulas climatizadas, num total de dez, com projetores de imagens fixos no teto, e lousas digitais ao lado dos quadros brancos. Ressalta-se que, na maior parte do tempo, os alunos se organizam em filas na sala de aula e apresentam um bom relacionamento interpessoal. Vale ressaltar que no início de cada ano letivo, eles recebem livros didáticos das disciplinas da base comum.

No IFMA Campus São Raimundo das Mangabeiras são ofertados os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, nas modalidades regular e através do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR), cursos técnicos em Administração, Geoprocessamento e Agropecuária na forma subsequente e cursos de Informática, Meio Ambiente e Agropecuária na forma integrada ao ensino médio, além do curso de especialização em Informática na Educação ofertado na modalidade de educação à distância. Os cursos de licenciatura tem duração de quatro anos, os subsequentes um ano e meio e os integrados tem duração de três anos. Atualmente, o Campus atende a duas turmas do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Modalidade PARFOR, três na modalidade regular, uma turma do curso de Administração, uma de Geoprocessamento e uma de Agropecuária na modalidade subsequente, duas turmas de Meio Ambiente integrado, sendo uma de primeiro e outra de segundo ano, cinco turmas de Informática, onde uma é de primeiro ano, duas são de segundo e duas de terceiro ano, além de cinco turmas de Agropecuária integradas ao ensino médio, das quais uma é de primeiro, duas são de segundo e duas de terceiro ano. No que diz respeito a educação à distância, são atendidas seis turmas.

Para ingresso na instituição nos cursos técnicos, os alunos passam por um processo seletivo. Esse processo seletivo é realizado através de provas com quarenta questões objetivas, sendo vinte de Língua Portuguesa e vinte de Matemática. As questões são de nível fundamental para os candidatos aos cursos integrados e de nível médio para os candidatos aos cursos subsequentes. A seleção

para os candidatos a curso superior regular é realizada via SISU (Sistema de Seleção Unificada) e na modalidade PARFOR, via Plataforma Freire. A seleção para pós-graduação *lato sensu* é realizada através da análise de currículos.

A pesquisa foi realizada com 26 alunos de uma turma de terceiro ano do curso de informática integrado ao ensino médio. Esse curso deve propiciar aos alunos os conhecimentos a nível básico dos conteúdos estudados nas disciplinas componentes do ensino médio das demais escolas brasileiras, além do conhecimento de conteúdos de disciplinas da base técnica do curso de informática. Dentre os conhecimentos das disciplinas da base comum podem-se citar os que são abordados na disciplina Física e os da base técnica contemplam programação. Isto posto, há de se esperar que uma turma com essas características possa realizar estudo de conteúdos envolvendo disciplinas da base comum aliado a conhecimentos provindos da base técnica.

Nessa perspectiva foi escolhida essa turma que conta com 28 alunos. Desses alunos, 27 são provenientes dos 40 que foram matriculados nessa turma no primeiro ano, e 1 veio transferido de outra turma. Dois dos alunos não participaram por que não estavam presentes quando foram realizadas as atividades. Com isso, dos 26 participantes 10 são do sexo masculino e 16 do sexo feminino.

A escolha dessa turma se deve ao fato do professor pesquisador ministrar aula na turma e por ser de terceiro ano, os alunos já terem estudado algumas linguagens de programação. Esses foram nomeados de A1, A2, A3... A26. Esse estudo, realizado em grupo, se tornou um facilitador para o desenvolvimento dos *softwares*. Foram formados 06 grupos, aqui denominados G1, G2, G3 ... G6. Os grupos tiveram participação em todas as atividades da pesquisa. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi requerida assinatura da Carta de Anuência da Direção da Instituição de Ensino (APÊNDICE A) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos pais (APÊNDICE B). Foi aplicado também um questionário semiestruturado com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito de resistores, bem como da associação em série e paralelo dos resistores (APÊNDICE C) e outro que objetivou obter informações sobre a avaliação dos alunos (APÊNDICE D) em relação às atividades desenvolvidas. Foram realizadas intervenções pedagógicas com produção dos experimentos e *softwares* computacionais associados. Menciona-se que as atividades ocorreram em encontros realizados no período de 06 de agosto de 2018 a 10 de setembro do mesmo ano.

3.2.1 Análise dos dados

A análise dos dados coletados durante a realização de uma pesquisa é considerada complexa e os procedimentos a serem adotados para essa tarefa são diversos. Para a presente pesquisa, que trata de uma realidade específica e tem aproximação com um estudo de caso, a análise dos dados foi iniciada a partir do primeiro contato, onde foram realizadas as primeiras observações. Ao se referir à análise e interpretação nos estudos de caso, Gil (2009, p. 91) diz que:

[...] assim como na maioria das pesquisas qualitativas, a análise e interpretação é um processo que de certa forma se dá simultaneamente à sua coleta. A rigor, a análise se inicia com a primeira entrevista, a primeira observação e a primeira leitura de um documento (GIL, 2009, p. 91).

Igualmente à análise e interpretação que acontecem desde os primeiros momentos da pesquisa, a escrita deve ser encaminhada paralelamente, pois possibilita um aprendizado sobre o foco da investigação. Dessa maneira, ao se referir a esse procedimento, Moraes e Galiuzzi (2016, p. 119) argumentam:

[...] a escrita é parte central de qualquer pesquisa. Necessita ser encaminhada desde cedo, ainda que não se tenha clareza e segurança suficiente sobre o que expor. A organização do texto e os argumentos a serem focalizados serão construídos ao longo do processo. O escrever encaminhará tanto a comunicação dos resultados quanto possibilitará novas aprendizagens sobre os fenômenos investigados (MORAES e GALIAZZI, 2016, p. 119).

Dessa forma, utilizando a escrita desde os primeiros passos da pesquisa e considerando que o pesquisador estava junto aos alunos durante o desenvolvimento das atividades, destaca-se que esses momentos foram registrados com fotos, filmagens e num diário de campo para anotações. O modelo de análise utilizada para os dados obtidos foi a análise do discurso. Para Castro (2012) Esse método permite a análise dos significados das informações no contexto em que são socializadas. Segundo Moraes e Galiuzzi (2016, p.120):

[...] O uso de manifestações dos participantes de uma pesquisa é uma das formas de garantir a validade das descrições. A intersubjetividade atingida pela escuta e acolhimento das vozes dos outros sujeitos envolvidos na pesquisa possibilita expressar explicações e compreensões coletivas, já anteriormente constituídas pelos participantes em relação aos fenômenos investigados (MORAES e GALIAZZI, 2016, p. 120).

Sob o enfoque de validar as descrições das informações necessárias para garantir os dados analisados, surge a importante tarefa da codificação desses dados. Para o procedimento de codificação deve-se estar atento a utilização das palavras e de seus significados dentro do contexto de seus registros. Tal ação exige concentração. Ao se expressar sobre essa preocupação, Gil (2009) diz que na pesquisa qualitativa a codificação é mais complexa que na quantitativa, pois as palavras podem apresentar diferentes significados, o que exige uma leitura atenta e completa de registros de observações de entrevistas transcritas e de documentos selecionados o que garante familiarização com os temas e obtenção de uma visão geral do material. Moraes e Galiazzi (2016, p.135) ao se referir ao material dizem:

Os materiais submetidos à análise podem ter muitas e diversificadas origens: entrevistas, registros de observações, depoimentos de participantes, gravações de aulas, discussões de grupos, diálogos de diferentes interlocutores, além de outros. Independentemente de sua origem, estes materiais serão transformados em documentos escritos, para então serem submetidos à análise (MORAES e GALIAZZI, 2016, p. 135).

À vista disso, Gil (2009) afirma que o pesquisador deve tomar alguns cuidados ao analisar e interpretar os dados. Dentre esses cuidados, Gil (2009) cita: deixar claro os papéis do pesquisador e dos objetos de pesquisa e ser cuidadoso e rigoroso durante a coleta dos dados. À luz desses procedimentos, foram analisados: o questionário inicial (APÊNDICE C) que foi utilizado para avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo associação de resistores; o questionário de percepção (APÊNDICE H), aplicado ao final da realização das atividades da pesquisa, e as demais anotações e materiais que foram transformados em documentos. A seguir é apresentado como se deu a organização da pesquisa.

3.3 Organização da pesquisa

A pesquisa aqui apresentada trabalhou associação de resistores em série e paralelo e foi desenvolvida com utilização de nove encontros presenciais com a presença do professor. Ressalta-se que os alunos utilizaram mais encontros sem a presença do professor durante a realização das atividades computacionais. Os encontros que contaram com a presença do professor foram utilizados para entrega do termo de consentimento livre e esclarecido, aplicação do questionário inicial,

intervenção pedagógica com atividades experimentais e computacionais e questionário de percepção. Estes foram organizados como especificado adiante.

No primeiro encontro, que teve duração de cinquenta minutos, foi apresentada a pesquisa à turma e esclarecidos pontos referentes ao seu desenvolvimento, tempo de execução, horários e materiais que foram utilizados e seus objetivos. Nesse foi apresentado e entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), para que os alunos e pais assinassem.

No segundo encontro, com duração de cem minutos, foi apresentado e entregue aos alunos um questionário inicial (APÊNDICE C) sobre resistores, com o objetivo de obter informações a respeito dos conhecimentos prévios dos discentes acerca do conteúdo. Ainda nesse encontro, foi apresentado oralmente pelo professor pesquisador o conteúdo associação de resistores em série e paralelo, em seguida a turma foi dividida em seis grupos, dois grupos de cinco alunos e quatro grupos de quatro alunos. Eles fizeram uma pesquisa sobre o conteúdo utilizando o livro didático e computadores do laboratório de informática.

No terceiro encontro, de duração de cento e cinquenta minutos, o professor pesquisador mostrou o funcionamento de um multímetro. Nesse mesmo momento, os alunos utilizaram esse equipamento para medirem os valores das resistências elétricas de três lâmpadas incandescentes e da diferença de potencial da tomada. Os discentes montaram um circuito elétrico com uma lâmpada (circuito elétrico inicial) e mediram a diferença de potencial nessa lâmpada e a corrente que a percorria. Eles montaram também associações com duas e três lâmpadas em série e mediram os valores das resistências equivalentes das associações, além dos valores das correntes e diferenças de potenciais. Os valores oriundos das medições realizadas pelos alunos foram anotados. As informações acerca dos materiais e procedimentos para o desenvolvimento dessa atividade estão no apêndice referente às atividades experimentais de associação de resistores em série (APÊNDICE D).

Para realização dessas atividades experimentais foram utilizadas lâmpadas incandescentes, pois se pretendeu fazer a observação do brilho delas quando associadas em série e paralelo, bem como fazer a relação entre as grandezas resistência elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica nas associações.

No quarto encontro, de cem minutos, os grupos iniciaram a produção dos *softwares* computacionais sobre associação de resistores em série. Esses programas simulam as situações visualizadas nas atividades experimentais. Para a

simulação, os alunos utilizaram os valores por eles medidos durante a realização das atividades experimentais. Como a produção de *softwares* demandam um tempo considerável, houve a necessidade que os alunos marcassem momentos extras para a conclusão dos programas. Para o desenvolvimento dessa atividade foram apresentadas as instruções no apêndice que trata das atividades computacionais sobre associação de resistores em série (APÊNDICE E).

O quinto encontro, de cem minutos, foi utilizado para que os alunos montassem os experimentos sobre associação de resistores em paralelo, realizassem as medidas dos valores das correntes elétricas, diferenças de potenciais e resistências elétricas e fizessem os registros dos valores medidos. As informações estão presentes no apêndice que fala sobre atividades experimentais sobre associação de resistores em paralelo (APÊNDICE F).

No sexto encontro, os alunos realizaram a produção dos *softwares* sobre associação de resistores em paralelo. Esse encontro teve duração de cem minutos e os programas simularam as situações visualizadas nos experimentos montados, a exemplo do produzido para a associação em série. As informações necessárias para o desenvolvimento dessa atividade estão no apêndice que trata de atividades computacionais sobre associação de resistores em paralelo (APÊNDICE G).

Ressalva-se que apoiados nas atividades desempenhadas nos encontros três, quatro, cinco e seis, os alunos responderam aos questionamentos registrados nos apêndices D, E, F e G respectivamente.

O sétimo encontro teve duração de cinquenta minutos. Nesse encontro, os grupos G3 e G2 apresentaram os trabalhos. Nas apresentações, os grupos expuseram os experimentos por eles montados e efetuaram as simulações através dos *softwares* produzidos. Foram oportunizados vinte e cinco minutos por grupo, para que cada um pudesse fazer a apresentação.

O oitavo encontro foi utilizado para apresentação dos trabalhos pelos quatro grupos restantes. Esse encontro teve duração de cem minutos e os grupos apresentaram os trabalhos produzidos sobre o conteúdo estudado.

O nono encontro foi empregado para que os alunos respondessem a um questionário de percepção (APÊNDICE H). Através deste questionário foi possível averiguar as contribuições de aliar atividades experimentais e computacionais no ensino de associação de resistores. Essas contribuições foram realizadas sob o ponto de vista dos alunos, tendo em conta que o questionário possibilitou que eles

pudessem emitir suas opiniões e contribuições a respeito do desenvolvimento das atividades. A seguir é apresentado o Quadro 1, com a descrição e objetivos das atividades por encontro.

Quadro 1 – Descrição e objetivos de atividades por encontro

Encontros	Atividade	Objetivos
1º encontro	Apresentação do projeto e entrega aos alunos do termo de consentimento livre e esclarecido dos pais (50 min).	Compreender o funcionamento da pesquisa.
2º encontro	Aplicação do questionário inicial sobre resistores (50 min); Apresentação do conteúdo, formação dos grupos e pesquisas sobre resistores e associação de resistores em série e paralelo (50 min).	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre associação de resistores. Desenvolver o estudo sobre associação de resistores em série e paralelo.
3º encontro	Apresentação do multímetro pelo professor, efetuação das medições, montagem dos experimentos pelos alunos e anotações dos valores medidos (150 min).	Desenvolver o estudo sobre associação de resistores em série.
4º encontro	Produção dos aplicativos sobre associação de resistores em série (100 min).	Desenvolver o estudo sobre associação de resistores em série
5º encontro	Montagem dos experimentos sobre associação de resistores em e paralelo, medição e anotação dos valores medidos (100 min).	Desenvolver o estudo sobre associação de resistores em paralelo
6º encontro	Produção dos <i>softwares</i> sobre associação de resistores em paralelo (100 min).	Desenvolver o estudo sobre associação de resistores em paralelo
7º encontro	Apresentação do conteúdo associação de resistores em série e paralelo através da demonstração das atividades experimentais e dos aplicativos computacionais (50 min, sendo 25 min para cada grupo).	Socializar as atividades experimentais e os aplicativos computacionais construídos pelos grupos sobre associação de resistores em série e paralelo.

8º encontro	Apresentação do conteúdo associação de resistores em série e paralelo através da demonstração das atividades experimentais e dos aplicativos computacionais (100 min, sendo 25 min para cada grupo).	Socializar as atividades experimentais e os aplicativos computacionais construídos pelos grupos sobre associação de resistores em série e paralelo.
9º encontro	Aplicação do questionário de percepção (APÊNDICE D) (50 min).	Identificar o nível de percepção dos alunos em relação ao projeto desenvolvido

Fonte: O autor.

A pesquisa foi organizada de modo a contemplar a utilização de três espaços físicos do Campus durante o desenvolvimento das atividades. Os espaços considerados foram a sala de aula, o laboratório de Matemática e Física e o laboratório de Informática. As aplicações dos questionários e a apresentação de quatro dos seis grupos foram realizados na sala de aula. A Figura 1 apresenta os alunos reunidos em grupos no início do segundo encontro na sala de aula.

Figura 1– Alunos reunidos em grupo no início do segundo encontro



Fonte: O autor.

Os alunos se dispuseram em grupos nesse encontro após responderem ao questionário inicial. Primeiro, se reuniram na sala de aula, em seguida se dirigiram até o laboratório de Informática onde realizaram pesquisas e discussões sobre o conteúdo “associação de resistores”.

O laboratório de Física e Matemática foi utilizado durante os desenvolvimentos das atividades experimentais. A Figura 2 mostra alunos durante a realização das atividades referentes ao terceiro encontro.

Figura 2 – Grupo de alunos montando associação de resistores em série no terceiro encontro



Fonte: O autor.

É mostrado nessa Figura 2 dos grupos montando associação de lâmpadas em série durante o terceiro encontro.

O laboratório de informática foi utilizado para pesquisas sobre associação de resistores, para produção de *softwares* e para apresentação dos trabalhos de dois dos seis grupos. A Figura 3 mostra um dos grupos trabalhando na construção dos *softwares*.

Figura 3 – Grupo de alunos construindo os *softwares* sobre associação de resistores em série no quarto encontro



Fonte: O autor.

Essa figura 3 mostra os alunos construindo *softwares* sobre associação de resistores em série. Esse momento se deu durante o quarto encontro. Torna-se salutar mencionar a percepção por parte do professor pesquisador de satisfação nas expressões faciais dos discentes. Presume-se que essa satisfação foi ocasionada pela dinâmica de utilização de espaços diversos e demais estratégias apresentadas para realização das atividades.

É conveniente explicitar que os horários regulares destinados ao estudo da disciplina Física na turma participante da pesquisa constituíram-se num encontro semanal de cem minutos. Esses horários foram utilizados para realização dos seis primeiros, oitavo e nono encontros. O sétimo encontro ocorreu num horário extra. Esse horário iria ser utilizado inicialmente para apresentação dos trabalhos por todos os grupos, no entanto, apenas dois estavam prontos para apresentarem, os demais não tinham concluído os *softwares*. Dessa maneira, os grupos G2 e G4 realizaram suas apresentações. Ao término destas, os outros grupos ficaram reunidos para conclusão dos programas e preparação das apresentações que ocorreram no encontro seguinte.

O capítulo seguinte tratará da análise dos resultados obtidos e apresentará as discussões sobre os dados provenientes da pesquisa.

4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Este capítulo trata dos resultados emergentes das atividades desenvolvidas. No intuito de facilitar o entendimento de como foram realizadas as ações da pesquisa, o capítulo foi dividido em cinco seções. A primeira apresenta a análise do questionário inicial, a segunda versa sobre a análise das atividades experimentais, a terceira trata da análise das atividades computacionais, a quarta diz respeito à análise das apresentações do conteúdo “associação de resistores” pelos grupos e a quinta expõe a análise das avaliações dos alunos sobre as Atividades Experimentais e Computacionais.

No intuito de analisar as atividades experimentais na mesma seção, a disposição das atividades experimentais sobre associação de resistores em paralelo, que no cronograma e no apêndice F aparece depois da primeira atividade computacional, aqui é abordada logo após as atividades experimentais sobre associação de resistores em série. Semelhante a isso, as atividades computacionais sobre associação de resistores em série são analisadas depois das atividades experimentais sobre associação de resistores em paralelo. Assim, as atividades computacionais sobre associação de resistores em série e paralelo também foram analisadas numa mesma seção.

Ao considerar o universo de alunos participantes do projeto dentro do contexto considerado, as respostas de alguns, expressas nesse trabalho, inferem representatividade das demais proferidas pelo grupo envolvido nas atividades.

4.1 Análise do questionário inicial

O questionário inicial (APÊNDICE C) composto por perguntas abertas foi utilizado como o primeiro instrumento de coleta de dados. O questionário é

composto de nove perguntas. Estas dizem respeito aos conceitos, unidades e instrumentos de medidas das grandezas corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial, além da relação existente entre elas. Através das respostas dadas pelos alunos foi possível averiguar os conhecimentos prévios a respeito dessas grandezas. Relata-se que até o momento da aplicação do questionário, os alunos haviam tido contato, em aulas, com o conceito de potencial elétrico, enquanto que os conceitos relacionados as outras duas grandezas ainda não haviam sido estudados. No entanto, quando foi apresentada a pesquisa no primeiro encontro, observou-se que alguns alunos se demonstraram interessados na busca de informações sobre o conteúdo “associação de resistores”.

Adiante são apresentadas as respostas de alguns discentes ao questionário e realizadas discussões sobre as mesmas. O Quadro 2 mostra as quantidades de respostas aceitas cientificamente ⁶(RAC) e as quantidades, soma daquelas questões que alguns alunos não responderam e as que apresentam respostas não aceitas cientificamente (NACNR). Além disso, o quadro traz os percentuais correspondentes a essas quantidades.

Quadro 2 – Informações acerca das respostas fornecidas pelos alunos ao questionário inicial

QUESTÕES	RAC	NACNR	% RAC	% NACNR
1. Corrente elétrica (Definição)	10	16	38,46	61,54
2. Corrente elétrica (Unidade de medida)	3	23	11,54	88,46
3. Corrente elétrica (contínua e alternada)	5	21	19,23	80,77
4. Diferença de potencial (conceito)	0	26	0,00	100,00
5. Diferença de potencial (unidade de medida)	1	25	3,85	96,15
6. Resistência elétrica (definição e uso)	0	26	0,00	100,00
7. Resistência elétrica (unidade de medida)	8	18	30,77	69,23
8. Instrumentos para medição	1	25	3,85	96,15
9. Relação matemática entre as grandezas	6	20	23,08	76,92

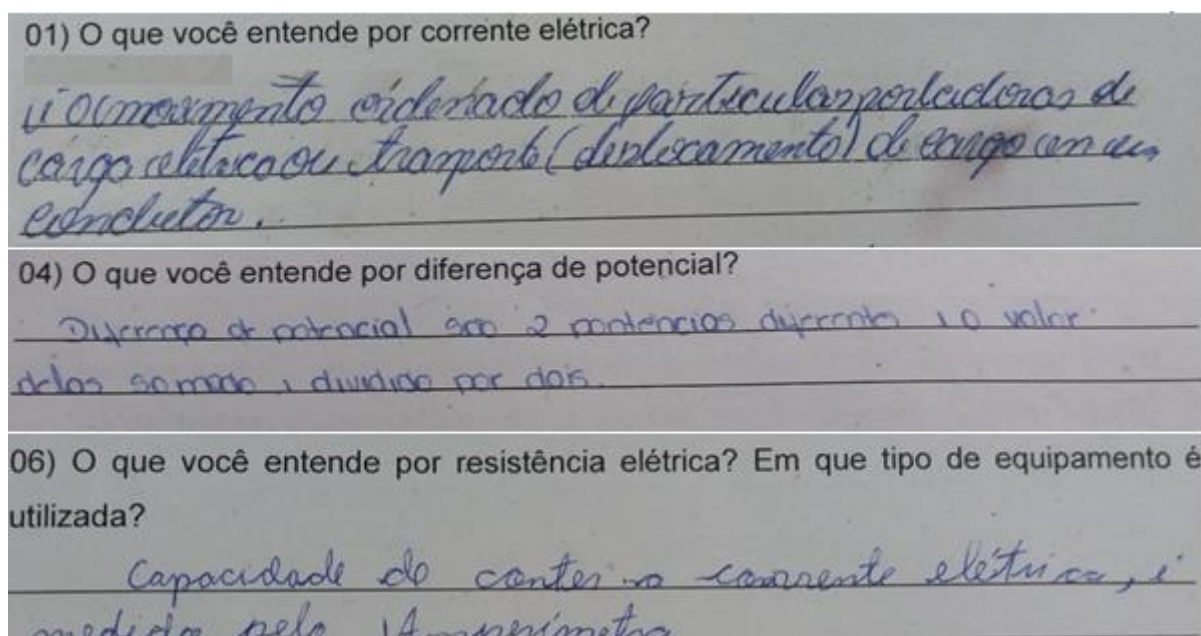
Fonte: O autor.

⁶ Essas respostas levam em consideração as interpretações de Tipler e Mosca (2015) sobre conceitos abordados nas questões.

Os números apresentados no quadro traduzem a necessidade da abordagem dos pressupostos teóricos e conceituais do conteúdo proposto. A abordagem sobre corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial demonstrou-se necessária antes do desenvolvimento das atividades propostas por essa pesquisa. Essa percepção ficou evidente com a análise das respostas apresentadas pelos discentes às questões que compuseram o questionário inicial.

Dorneles (2010, p. 39) afirma: “[...] em particular os significados atribuídos aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica na linguagem cotidiana diferem dos significados aceitos cientificamente para estas grandezas”. Essa afirmação está de acordo com o que pode ser verificado nas questões 1, 3 e 6 que trazem os conceitos dessas grandezas na concepção dos discentes. As respostas dos alunos apresentam um total de 10 aceitáveis cientificamente sobre corrente elétrica e nenhuma em relação à diferença de potencial e resistência elétrica. A figura 4 a seguir mostra o apanhado das respostas dos alunos A1, A23 e A24 às perguntas 1, 3 e 4 que dizem respeito aos conceitos das grandezas mencionadas.

Figura 4 – Respostas dos alunos A1, A23 e A24 sobre o questionário inicial



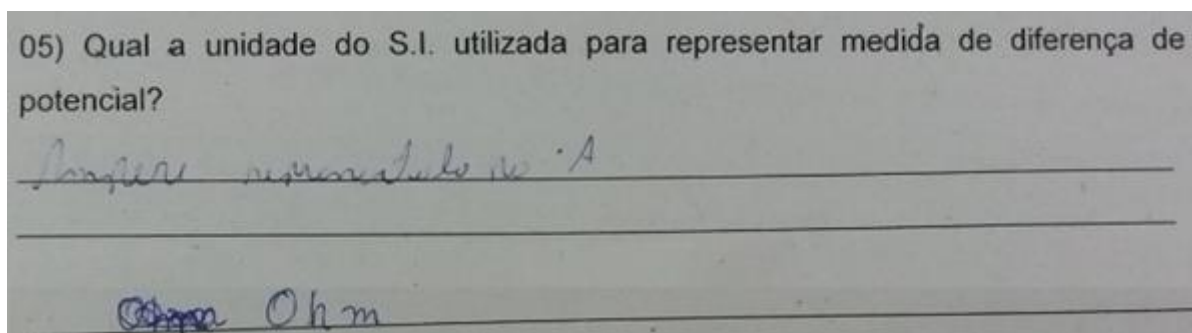
Fonte: Alunos A1, A23 e A24.

Observa-se que as respostas demonstram entendimento por parte do aluno A1 ao se referir a definição de corrente elétrica. Esta resposta vai ao encontro do que os autores Tipler e Mosca (2015, p. 145) afirmam, a saber: “[...] estas cargas

superficiais produzem campos elétricos que direcionam o movimento das cargas através dos materiais condutores do circuito”. Já no tocante à resposta dada pelo aluno A23 sobre diferença de potencial averiguou-se que não concordam com o conceito mencionado pelos autores. Segundo Tipler e Mosca (2015), ao ser estudado um segmento de fio condutor, numa situação de existência de campo elétrico uniforme ao longo desse segmento, sob a perspectiva da análise de dois pontos de potenciais diferentes **a** e **b**, sendo o potencial no primeiro ponto maior que no segundo, afere-se que o movimento de portadores de cargas positivas será no sentido de **a** para **b** por meio da configuração de uma queda de potencial entre os pontos considerados. Nenhum aluno respondeu satisfatoriamente a essa pergunta. O mesmo foi verificado com a resposta do aluno A24 à pergunta 6. Sobre o conceito de resistência elétrica, Tipler e Mosca (2015, p. 150), afirmam que “a razão entre a queda de potencial no sentido da corrente e a própria corrente é chamada resistência elétrica do segmento, onde o sentido da corrente se refere ao sentido do vetor densidade de corrente”.

A maioria dos discentes não relacionaram adequadamente as unidades de medidas com as grandezas. Esse fato foi percebido com as respostas dadas às questões 2, 5 e 7. Ao responderem essas perguntas, 3 alunos acertaram a unidade de medida de corrente elétrica, 1 de diferença de potencial e 8 de resistência elétrica. A figura 5 a seguir traz as respostas dos alunos A10 e A12 sobre unidade de medida de diferença de potencial, apresentando uma relação com as outras duas grandezas.

Figura 5 – Respostas dos alunos A10 e A12 à pergunta 5 do questionário inicial



Fonte: Alunos A10 e A12.

Tipler e Mosca (2015) afirmam que o potencial tem como unidade de medida no sistema internacional de unidades o Volt (**V**). Sendo assim, a diferença de

potencial tem a mesma unidade de medida. As respostas dos alunos A10 e A12 representam as dos demais alunos que se referiram a outras unidades de medidas como unidades de diferença de potencial. Vale ressaltar que tais respostas estão em desacordo com o que os autores disseram. Desta forma, averigua-se que havia uma confusão por parte dos discentes a respeito das representações das unidades de medidas. Essa confusão foi confirmada quando observadas as respostas dos discentes sobre os instrumentos utilizados para aferir as medidas. A figura 6 mostra as respostas dos alunos A21 e A3. Essas representam as dos demais.

Figura 6 – Respostas dos alunos A21 e A3 à pergunta 08 do questionário inicial

08) Cite o nome do instrumento utilizado para medir:

Corrente elétrica: multímetro

Resistência elétrica: resistor elétrico

Diferença de potencial: _____

Corrente elétrica: Voltímetro

Resistência elétrica: Amperímetro

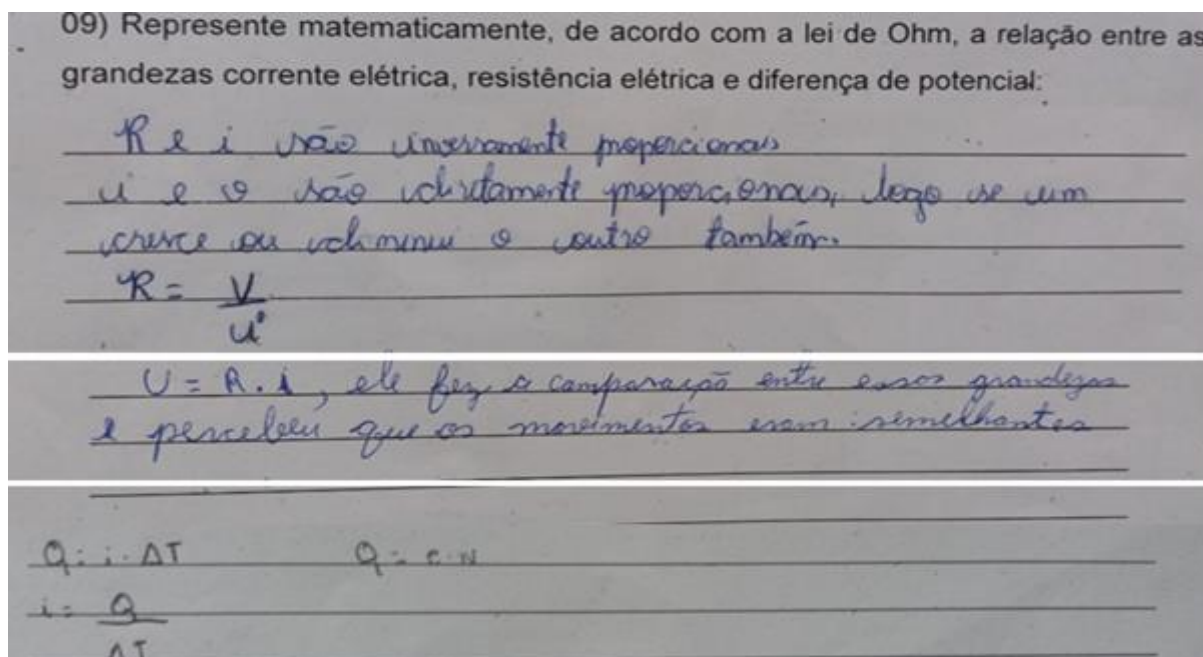
Diferença de potencial: Ohmímetro

Fonte: Alunos A21 e A3

Verifica-se a partir das respostas fornecidas pelos estudantes A21 e A3 que existia por parte de alguns alunos um determinado conhecimento acerca de instrumentos utilizados para medir as grandezas trabalhadas, no entanto, compreende-se que não havia uma relação coerente entre o instrumento e a grandeza medida. Destaca-se que dois alunos se referiram ao multímetro como instrumento usado para medir corrente elétrica. Outro aluno disse que o amperímetro é o aparelho utilizado para medir essa grandeza. Estas respostas estão em conformidade com Tipler e Mosca (2015), já que os referidos autores afirmam que os aparelhos utilizados para aferições de medidas de corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial são o amperímetro, ohmímetro e voltímetro, respectivamente. Os autores chamam a atenção que os três medidores são encontrados em um único aparelho, o multímetro. Com isso, considerou-se 1 acerto para o item 8 adotando as respostas certas de três alunos a um dos tópicos da questão. Para isso, foi realizada a relação de três tópicos por questão. Os demais alunos não responderam ou deram respostas que não satisfizeram à pergunta.

No que tange à relação existente entre as grandezas corrente, resistência elétrica e diferença de potencial, é apresentada a figura 07 com as respostas dadas pelos alunos A13, A15 e A11 respectivamente à pergunta de número 9.

Figura 7 – Respostas dos alunos A13, A15 e A11 respectivamente à pergunta 09 do questionário inicial



Fonte: Alunos A13, A15 e A11.

Para abordar a relação entre as grandezas mencionadas, é oportuno chamar a atenção para as afirmações dos autores, Tipler e Mosca (2015, p. 150) quando dizem que:

Para muitos materiais, a resistência de uma amostra do material não depende da queda de potencial nem da corrente. Tais materiais, que incluem a maioria dos metais são chamados de materiais ôhmicos. Para muitos materiais ôhmicos, a resistência permanece constante para uma ampla gama de condições. Nestes casos a queda de potencial em um segmento do material é proporcional à corrente do material (TIPLER e MOSCA, 2015, p. 150).

Essa afirmação corrobora a relação mencionada pelos alunos A13 e A15. No entanto, o aluno A11 emite uma resposta que difere do enunciado pelos autores citados. A pergunta foi respondida de maneira correta por seis alunos. Os demais vinte alunos não responderam ou responderam de forma a não contemplar o que é aceito cientificamente.

Através desse questionário, verificou-se que os conceitos sobre as grandezas, corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial ainda não faziam parte da compreensão da maioria. Observou-se que as unidades de medidas e os aparelhos para medição ainda não faziam parte da realidade de estudo da turma. Com isso, avaliou-se o desenvolvimento cognitivo dos discentes sobre o assunto. A partir do observado nessa avaliação, continuou-se com as atividades sobre o conteúdo, o qual ainda não tinha sido estudado pelos discentes. Esse fato é considerado importante, pois como afirma Moreira (1999, p. 118):

Para Vygotsky, o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento. A aprendizagem orientada para níveis de desenvolvimento já alcançados não é efetiva, do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo do aprendiz (MOREIRA, 1999, p. 118).

Com isso, considerando os conhecimentos dos discentes, foi dado prosseguimento às ações planejadas para o estudo componente dessa pesquisa. Reporta-se que imediatamente após os discentes responderem ao questionário, como planejado, reuniram-se em grupos e dirigiram-se ao laboratório de informática. Lá, eles realizaram consultas na internet sobre o conteúdo “associação de resistores”. Esse momento de interação, o qual contou com a participação do professor pesquisador, foi de grande importância, pois o ato mediado pelo docente é ressaltado por Moreira (1999, p.111) quando exemplifica dizendo que:

[...] para que uma criança internalize determinado signo, é indispensável que o significado desse signo lhe chegue de alguma maneira (tipicamente, por meio de outra pessoa) e que ela tenha oportunidade de verificar (tipicamente, externalizando para outra pessoa) se o significado que capitou (para o signo que está reconstruindo internamente) é socialmente aceito, compartilhado (MOREIRA, 1999, p. 111).

Desse modo, à medida que iam sendo realizadas as consultas, surgiram discussões que incluíram o assunto que compôs o questionário inicial. Ressalta-se que a compreensão do assunto foi significativa para o estudo do conteúdo “associação de resistores”. Pois como diz Moreira (1999, p. 119):

A mudança conceitual é claramente interpretável nessa perspectiva: implica internalização (reconstrução interna) de novos significados, delimitação do foco de conveniência de outros, talvez abandono de alguns, possível coexistência de significados incompatíveis (MOREIRA, 1999, p. 119).

Com isso, foram implementadas as atividades experimentais e computacionais as quais fazem parte da pesquisa. O desenvolvimento delas se deu com utilização de roteiros dos Apêndices (D, E, F e G). São apresentadas a seguir as análises das atividades realizadas. Inicia-se pela análise das experimentais, em seguida, são analisadas as computacionais.

4.2 Análise e discussão das atividades experimentais

Foram desenvolvidas atividades experimentais sobre associação de resistores em série e paralelo. Para o desenvolvimento dessas atividades os alunos foram divididos em grupos que, aqui, são denominados de G1, G2, G3, G4, G5 e G6. Cada grupo de alunos recebeu um multímetro, fios de cobre, bocais e lâmpadas. Os grupos montaram circuitos elétricos com uma, duas e três lâmpadas e com utilização do multímetro, aferiram os valores de correntes, resistências e diferenças de potenciais nesses circuitos. Foi solicitado aos alunos que respondessem a alguns questionamentos. Esses questionamentos fazem parte dos Apêndices D e F.

No sentido de proporcionar uma melhor organização para leitura, as análises e discussões das atividades experimentais são realizadas em tópicos. O primeiro aborda as atividades sobre associação de resistores em série e o segundo traz as atividades referentes à associação em paralelo.

4.2.1 Análise e discussão das atividades experimentais sobre associação de resistores em série

As atividades experimentais sobre associação de resistores em série seguiram os procedimentos descritos no Apêndice D. Esse apêndice prevê a montagem de circuito elétrico com uma, duas e três lâmpadas. Dentre os procedimentos, os grupos montaram as associações, mediram as grandezas, corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial, compararam os brilhos das lâmpadas nas associações e responderam aos questionamentos referentes às associações em série. Os questionamentos estão no Apêndice D. Ressalva-se que antes do início das montagens das associações, o professor pesquisador demonstrou o funcionamento do multímetro. Nesse momento, foi dada

ênfase a utilização da unidade de medida para identificar a grandeza a ser verificada.

A seguir são apresentadas as medidas aferidas pelos grupos segundo os procedimentos contidos no Apêndice D. A figura 8 mostra os valores medidos pelos alunos do grupo G5.

Figura 8 – Valores da diferença de potencial e resistências medidos pelo grupo G5

1. Meça os valores da diferença de potencial na tomada e as resistências das lâmpadas 1, 2 e 3. Anote os valores medidos no quadro a seguir.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial na tomada	206
Resistência da lâmpada 1(R1)	085
Resistência da lâmpada 2(R2)	084
Resistência da lâmpada 3(R3)	085

Fonte: Alunos do grupo G5.

Para medição dos valores da diferença de potencial e resistências, os alunos utilizaram um multímetro. A diferença de potencial considerada diz respeito ao verificado na “tomada” que serviu para estabelecer diferença de potencial nos circuitos elétricos montados. Os valores das resistências expressos na figura correspondem aos valores das lâmpadas utilizadas nas atividades experimentais.

No momento em que os grupos faziam as medições das resistências, o professor pesquisador observou que os grupos G1 e G5 estavam com dificuldade em posicionar a chave seletora do equipamento para medir a grandeza solicitada (resistência elétrica). Dessa maneira, surgiu uma condição para intervenção do professor como mediador. Sobre essa atribuição do docente, Rego (2009, p. 115) afirma, ao se referir as idéias de Vigotsky, que “a função que ele desempenha no contexto escolar é de extrema relevância já que é o elemento mediador (e possibilitador) das interações entre os alunos e das crianças com os objetos de conhecimento”. Dessa forma, o professor pesquisador entonou a pergunta: “como identificamos as grandezas a serem medidas pelo multímetro para, a partir daí direcionarmos a chave seletora?”. A pergunta teve o objetivo de fazer com que os alunos relacionassem as grandezas com suas unidades de medidas. Esse tipo de

fala no processo de interação social no ambiente escolar é salutar, pois como afirma Rego (2009, p. 115), “nessa perspectiva, as demonstrações, explicações, justificativas, abstrações e questionamentos do professor são fundamentais no processo educativo”.

É conveniente explicitar que as interações continuaram, tendo em vista que o professor se dirigiu aos grupos com o propósito de verificar se os alunos tinham posicionado as chaves seletoras dos aparelhos adequadamente. Com isso, foi verificado, que estavam procedendo de maneira correta com a utilização dos aparelhos.

Depois que os grupos aferiram as medidas, cada um montou circuito elétrico com uma lâmpada cuja resistência foi denominada de “R1”. Depois de montar o circuito, os grupos mediram e anotaram os valores da diferença de potencial que a lâmpada estava submetida e da corrente que a atravessava. Registra-se que as medidas de corrente elétrica e diferença de potencial foram realizadas por todos os grupos sob orientação do professor pesquisador. É apresentada a figura 09 referente aos valores da diferença de potencial e da corrente elétrica no circuito elétrico com uma lâmpada, medidos e anotados pelo grupo G5.

Figura 9 – Valores anotados da diferença de potencial e da corrente elétrica pelo grupo G5 no circuito elétrico com uma lâmpada

2. Monte um circuito elétrico com uma lâmpada, meça o valor da diferença de potencial entre seus terminais e o valor da corrente que a percorre. Anote os valores medidos no quadro que segue.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial nos terminais do resistor R1	232
Corrente que percorre R1	0,57

Fonte: Alunos do grupo G5.

Ao observar a figura, veem-se os valores da diferença de potencial e da corrente elétrica que atravessa a lâmpada no circuito montado com a lâmpada de resistência R1. Após a montagem do experimento, da medição e anotação dos valores, foi solicitado que os grupos observassem o brilho da lâmpada. Através

dessa observação os alunos iriam comparar os brilhos das lâmpadas nas associações que seriam montadas posteriormente.

Depois da montagem desse circuito, os grupos montaram uma associação com duas lâmpadas associadas em série. Adiante é apresentada a Figura 10 que traz os valores medidos, pelo grupo G5. Os valores medidos dizem respeito à diferença de potencial em cada lâmpada, a corrente que atravessou cada uma e o valor da resistência equivalente da associação.

Figura 10 – Valores anotados pelo grupo G5 de circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em série.

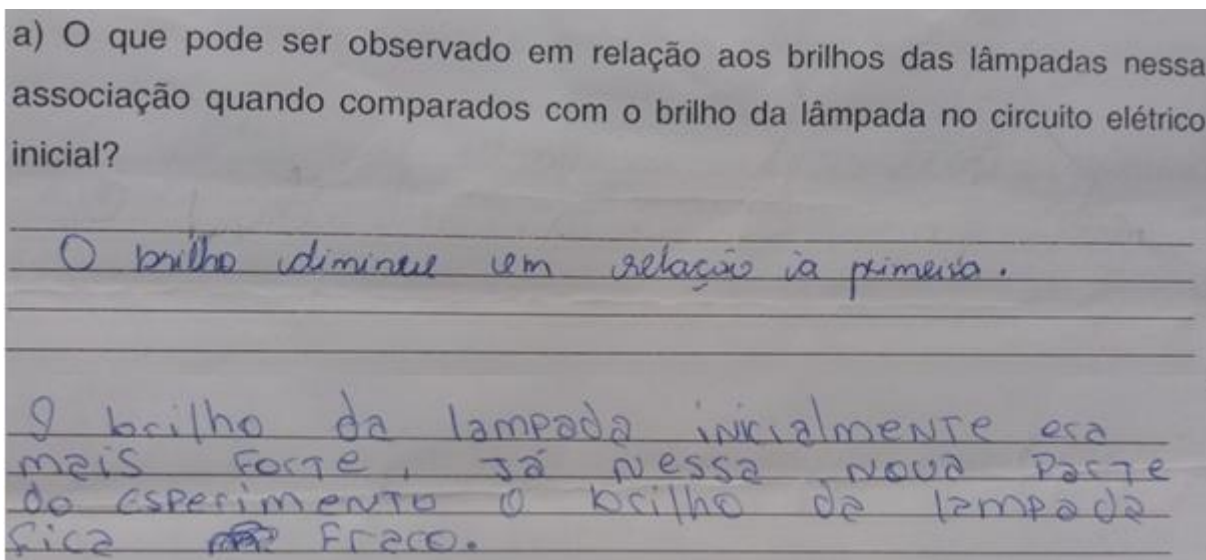
3. Monte um circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em série, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Anote os valores medidos no quadro a seguir.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	105
Diferença de potencial em R2	100
Corrente em R1	0,11
Corrente em R2	0,11
Resistência equivalente da associação	170

Fonte: Alunos do grupo G5.

Logo depois de realizarem as medidas e anotarem os valores, os grupos responderam à pergunta mostrada na Figura 11. A pergunta diz respeito a comparação dos brilhos das lâmpadas nos circuitos elétricos montados. Através das observações realizadas pelos grupos, os discentes responderam ao questionamento referente as associações realizadas.

Figura 11 – Respostas dos alunos dos grupos G3 e G4 sobre os brilhos das lâmpadas



Fonte: Alunos dos grupos G3 e G4.

As respostas mencionadas pelos dois grupos ilustram o que foi respondido pelos demais participantes das atividades. Os alunos relataram o observado no experimento. Segundo eles, quando comparado com o circuito elétrico inicial as lâmpadas diminuíram o brilho.

Os grupos deram prosseguimento às atividades experimentais e montaram um circuito com três lâmpadas associadas em série. Mediram os valores das diferenças de potenciais e correntes elétricas em cada lâmpada, além da resistência equivalente da associação. A seguir é apresentada a figura 12 que mostra os valores anotados pelo grupo G5.

Figura 12 – Valores anotados pelo grupo G5 de circuito elétrico com três lâmpadas associadas em série

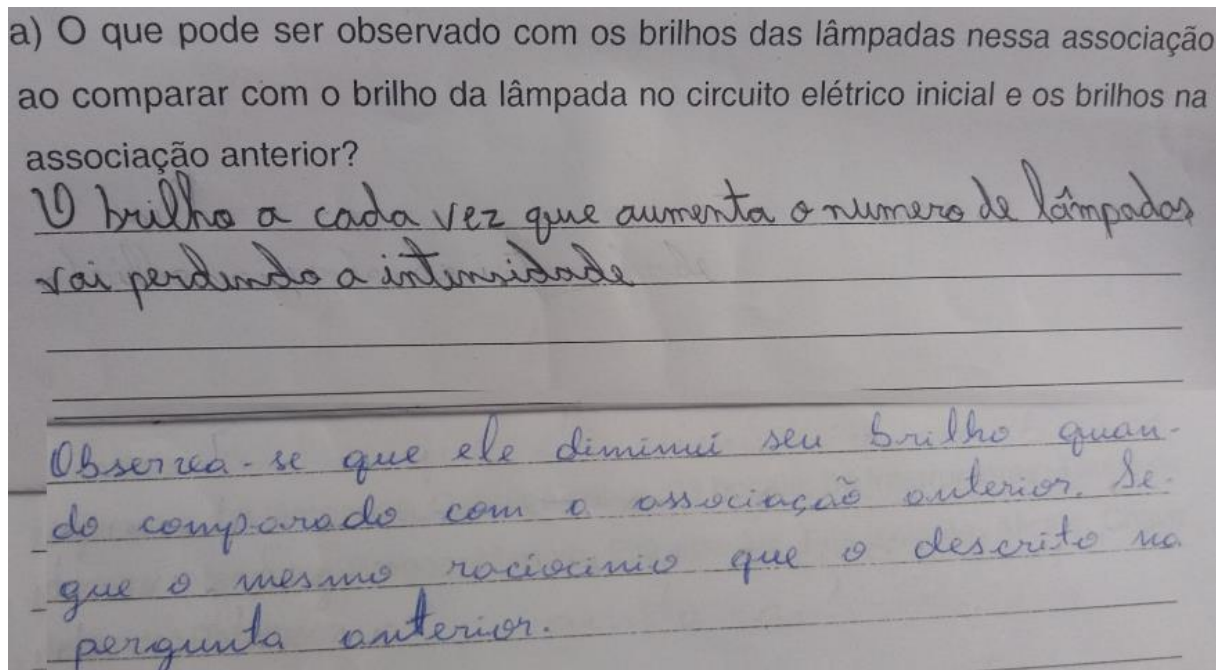
4. Monte um circuito elétrico com três lâmpadas associadas em série, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Registre os valores medidos no quadro a seguir:

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	0,68
Diferença de potencial em R2	0,65
Diferença de potencial em R3	0,66
Corrente em R1	0,08
Corrente em R2	0,08
Corrente em R3	0,08
Resistência equivalente da associação	248

Fonte: Alunos do grupo G5.

A exemplo do que foi realizado com a associação de duas lâmpadas em série, os grupos compararam os brilhos das lâmpadas com o circuito inicial. Esta associação também foi comparada com a associação de duas lâmpadas em série. A Figura 13 mostra as respostas emitidas pelos grupos G2 e G6.

Figura 13 – Respostas dos grupos G2 e G6 sobre comparação dos brilhos na associação inicial e nas associações em série de duas e três lâmpadas em série

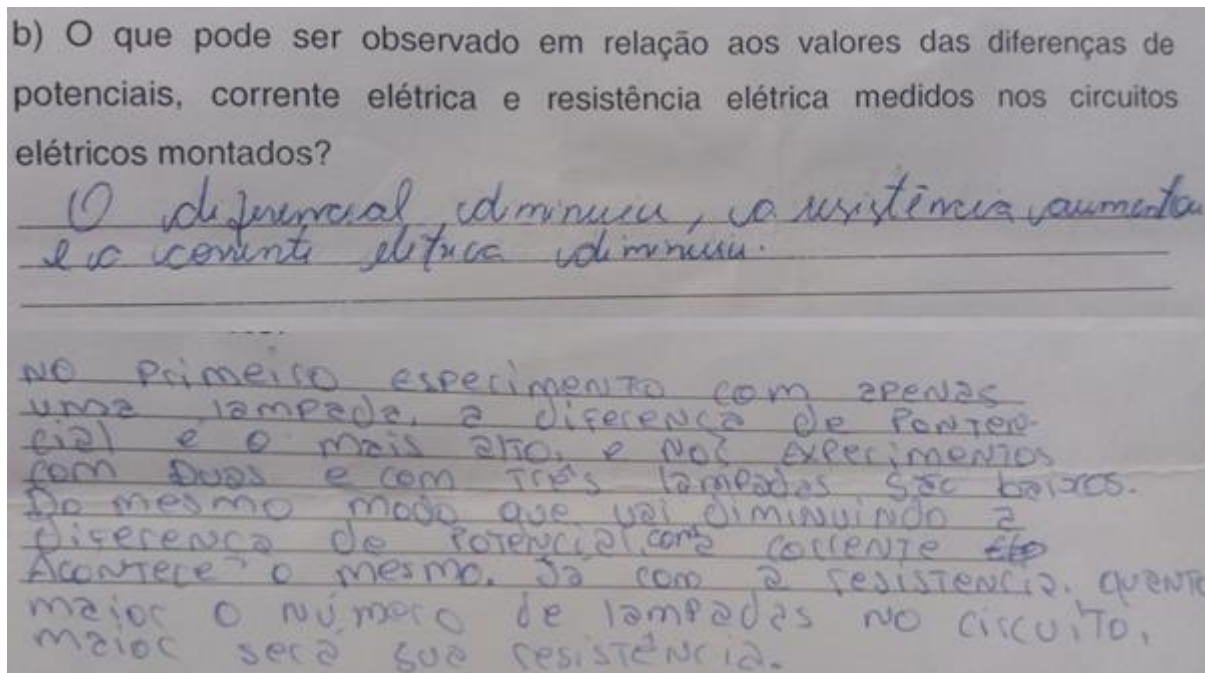


Fonte: Alunos dos grupos G2 e G6.

As respostas dadas pelos grupos condizem com as dos demais grupos que participaram das atividades experimentais. Os alunos observaram que à medida que são adicionadas lâmpadas em série, os brilhos vão sendo reduzidos.

No que diz respeito ao comportamento das grandezas corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial, foi solicitado que os alunos, através da realização das atividades experimentais e observações dos valores medidos, dessem um posicionamento a respeito das referidas grandezas. Essas perguntas foram enfatizadas pelo docente no momento da realização das atividades no intuito de propiciar discussões acerca do que os discentes observavam. Sobre essa participação do professor durante o processo, Rego (2009) diz que o mesmo deve ser um promotor de situações favoráveis a troca de informações entre os alunos e que possibilite aprendizado das fontes que levam ao conhecimento. Complementando as respostas a esses questionamentos, A Figura 14 traz os posicionamentos dos grupos G3 e G4.

Figura 14 – Respostas dos alunos dos grupos G3 e G4 sobre os comportamentos das grandezas corrente, resistência equivalente e diferença de potencial.



Fonte: Alunos dos grupos G3 e G4.

As respostas desses traduzem os valores medidos e anotados por todos os grupos. Através das respostas, nota-se que os alunos observaram que ao serem adicionadas lâmpadas associadas em série, a resistência total da associação aumenta, ao tempo em que a corrente é reduzida. Essa diminuição da corrente corrobora a redução dos brilhos das lâmpadas observada pelos alunos. Eles vislumbraram também que a diferença de potencial em cada lâmpada vai diminuindo à medida que outras são adicionadas. Destaca-se com essa análise, a importância do roteiro e das interações para o desenvolvimento dessas atividades. Sobre essa importância, Gaspar (2014, p. 227) diz:

Há quem critique esses roteiros, argumentando que eles limitam a iniciativa do aluno. Essa crítica, porém, não se justifica em uma pedagogia Vigotskiana: como já foi dito várias vezes, o aluno não aprende o conteúdo teórico da experiência com a montagem, nem mesmo com a simples realização de medidas ou cálculos, mas com as interações sociais desencadeadas durante sua realização, e essas interações podem também ser originadas por questões propostas para discussão nesses roteiros (GASPAR, 2014, p. 227).

Essa afirmação é corroborada pelas interações entre os alunos durante a realização das atividades experimentais. Elas ocorreram tanto durante as montagens das associações quanto nos momentos das respostas aos

questionamentos. A figura 15 mostra os alunos do grupo G4 no momento da realização das atividades experimentais sobre associação de resistores em série.

Figura 15 – Alunos do grupo G4 realizando atividades experimentais



Fonte: O autor.

Enquanto realizavam as montagens das associações, os discentes trocavam informações sobre o posicionamento das lâmpadas e sobre a posição da chave seletora no multímetro. Essas discussões foram constantes em todas as atividades experimentais e contribuíram para que os circuitos fossem montados de maneira correta e que as medições fossem realizadas adequadamente. As interações mencionadas são endossadas por Rego (2009, p. 115) ao dizer que “as interações estabelecidas entre as crianças também tem um papel fundamental na promoção de avanços no desenvolvimento individual”.

Não significa dizer com isso que os discentes tenham conseguido realizar as atividades sem dificuldades. Estas foram averiguadas, por exemplo, quando o multímetro utilizado pelo grupo G5 foi danificado. Os alunos do grupo não observaram que estavam medindo uma grandeza com a chave seletora posicionada de maneira equivocada. Isso evidenciou a relevância da participação do professor próxima ao grupo nesse momento das atividades. Gaspar (2014, p. 214) ao se pronunciar baseado nas ideias de Vigotski diz que “[...] toda prática experimental, em qualquer fase do curso, requer alguma participação do professor”. Enfatiza-se que embora não tenha estado presente em todos os momentos de aferição das medidas,

o professor se fez presente em cada grupo nos instantes em que foram medidos os valores das correntes elétricas. Afinal, principalmente nesses momentos, por questão de segurança, a presença do professor se fez necessária, já que a corrente elétrica é medida com o multímetro ligado em série.

Ao analisar mais respostas dos grupos aos questionamentos, foi possível ver que os discentes relacionaram os brilhos das lâmpadas numa associação com os brilhos nas outras. O mesmo foi observado em relação às grandezas. Estima-se, através dessas comparações, que os discentes já apresentavam certo conhecimento sobre as grandezas, corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial em associações de resistores em série. Esses conhecimentos serviram de base para a realização das atividades computacionais sobre associação de resistores em série que fazem parte desta pesquisa.

Adiante são apresentados os procedimentos utilizados para realização das atividades experimentais sobre associação de resistores em paralelo. São mostradas também as análises das respostas fornecidas pelos grupos sobre as associações montadas.

4.2.2 Análise e discussão das atividades experimentais sobre associação de resistores em Paralelo

Os procedimentos que contemplam essas atividades fazem parte do Apêndice F. Neste, são previstos montagem de circuitos em paralelo com duas e três lâmpadas, observações dos brilhos das lâmpadas nesses circuitos e medições das grandezas, corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial. A seguir, são analisadas as informações provenientes dessas atividades. Dentre essas informações, são analisadas as respostas dos grupos aos questionamentos presentes no Apêndice F. A figura 16, a seguir, menciona os valores das grandezas medidos pelo grupo G6.

Figura 16 – Valores da associação de duas lâmpadas em paralelo medidos e anotados pelo grupo G6

1. Monte um circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em paralelo, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Registre os valores no quadro a seguir.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	202
Diferença de potencial em R2	192
Corrente em R1	0,16
Corrente em R2	0,16
Resistência equivalente da associação	0,54

Fonte: Alunos do grupo G6.

Revela-se que os valores anotados surgiram a partir de uma série de ações desenvolvidas pelos alunos reunidos em grupos. As ações envolvem a montagem dos experimentos, a aferição de medidas das grandezas e, principalmente, as interações no decorrer dessas ações. Sobre essas interações que aconteceram quando os alunos, num trabalho colaborativo em que um segurava um fio, outro conectava uma lâmpada, montaram as associações e discutiram os resultados emergentes delas, a esse respeito, Moreira (1999) diz ser fundamental para transferência do conhecimento.

Nesse contexto, depois de anotarem os valores no quadro da Figura 16 e realizarem discussões, responderam ao questionamento sobre a comparação entre os brilhos das lâmpadas dessa associação e das associações em série. A figura 17, apresentada a seguir, mostra as respostas dadas pelos grupos G4 e G3.

Figura 17 – Respostas dos alunos dos grupos G4 e G3 sobre comparações dos brilhos das lâmpadas nessa associação com o circuito inicial e com a associação de duas lâmpadas em série

a) O que pode ser observado com os brilhos das lâmpadas nessa associação, comparando com o brilho das lâmpadas no circuito elétrico inicial e no circuito com duas lâmpadas associadas em série?

Na associação em paralelo, o brilho é constante,
Já na associação com as lâmpadas em série,
o brilho diminui.

Os brilhos das lâmpadas associadas em paralelo permanecem
constante, já associadas em série, o brilho diminui.
Na associação em série, o brilho com apenas uma
lâmpada é igual ao brilho das associadas em
paralelo, ele só muda se adicionamos mais lâmpadas
à associação em série.

Fonte: Alunos dos grupos G4 e G3.

Através dessas respostas, é possível observar que os grupos entenderam que na associação em paralelo os brilhos das lâmpadas permanecem inalterados, enquanto ao ser adicionada a lâmpada em série o brilho de ambas diminui. Essa observação foi realizada por todos os grupos.

Ao ser adicionada uma terceira lâmpada em paralelo pelos grupos, foi solicitado que eles preenchessem um quadro com valores medidos de corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial. A Figura 18 mostra os valores medidos e anotados pelo grupo G6.

Figura 18 – Valores medidos de diferenças de potenciais, corrente elétrica e resistência equivalente em associação de três lâmpadas em série

2. Monte um circuito elétrico com três lâmpadas associadas em paralelo, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Registre os valores medidos no quadro abaixo.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	201
Diferença de potencial em R2	198
Diferença de potencial em R3	200
Corrente em R1	0,16
Corrente em R2	0,16
Corrente em R3	0,16
Resistência equivalente da associação	042

Fonte: Alunos do grupo G6.

Os valores anotados por esse grupo representam os medidos e anotados pelos demais. Percebe-se na figura que os valores da corrente em cada lâmpada não foram alterados. Foi solicitado que os alunos comparassem os brilhos das lâmpadas nessa associação com o circuito formado por uma só, com duas lâmpadas em paralelo e com três lâmpadas em série. A Figura 19 traz as respostas emitidas pelos grupos G6 e G2.

Figura 19 – Respostas dos alunos dos grupos G6 e G2 sobre comparações dos brilhos das lâmpadas nas associações

a) O que pode ser observado com os brilhos das lâmpadas nessa associação comparando com o brilho da lâmpada no circuito elétrico inicial e os brilhos na associação anterior e na associação de três lâmpadas em série?

Os brilhos das lâmpadas nessa associação comparado ao circuito inicial e a associação anterior permanece constante. Em relação a associação de três lâmpadas em série o brilho é mais intenso.

Paralelo: a associaç no circuito elétrico 3, no circuito elétrico 2 e no circuito elétrico inicial, o seu brilho permanece constante

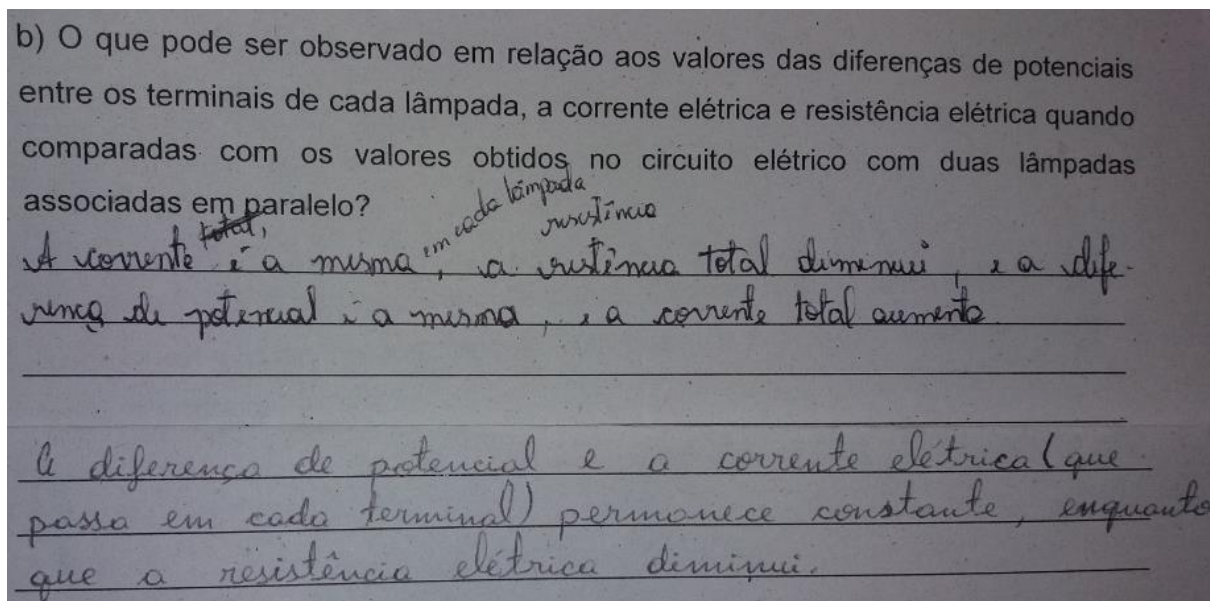
Série: a associação no circuito elétrico 3, no circuito elétrico 2 e no circuito elétrico inicial, o seu brilho vai diminuindo, em outras palavras, o circuito inicial o brilho começa maior, no circuito elétrico 2 o brilho não é maior, ou seja, ele diminui, no circuito elétrico 3 o seu brilho diminuiu mais.

Fonte: Alunos dos grupos G6 e G2.

As respostas apresentadas demonstram a percepção dos alunos sobre o comportamento dos brilhos das lâmpadas quando associadas em paralelo. Ao ser solicitado que eles comparassem os brilhos das lâmpadas nessas associações, os grupos chegaram a conclusão que à medida que são adicionadas lâmpadas em série o brilho segue diminuindo enquanto, ao adicionarem lâmpadas em paralelo, o brilho permanece o mesmo.

Além dessas respostas, foi solicitado aos grupos que comparassem os valores das correntes elétricas, resistências elétricas e diferenças de potenciais dessa associação de três lâmpadas com os valores medidos na associação com duas lâmpadas associadas em paralelo. Os grupos G1 e G2 forneceram as respostas que são representativas das fornecidas pelos demais grupos. As respostas são mostradas na figura 20 que é apresentada a seguir

Figura 20 – Respostas dos alunos dos grupos G1 e G2 comparando valores das grandezas medidos em associações em paralelo

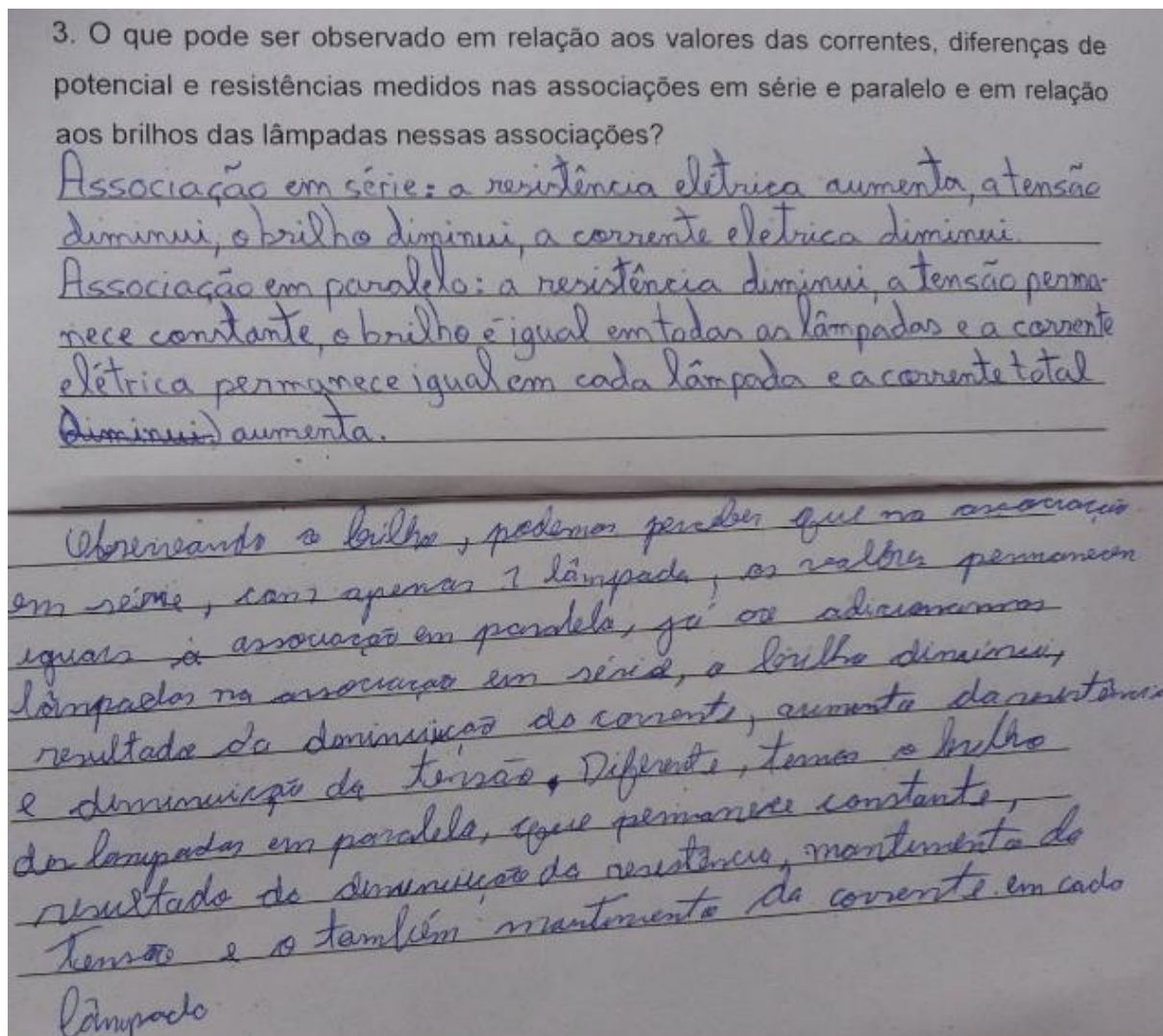


Fonte: Alunos dos grupos G1 e G2.

Ficou perceptível através dessas respostas que os alunos diferenciaram a corrente que percorreu cada lâmpada da corrente total que percorria a associação. Isso foi fruto de mais momentos de interações que contaram com perguntas do professor sobre os valores medidos. Ao verificar que os discentes estavam mencionando nas respostas apenas o valor da corrente que atravessava cada lâmpada, o professor solicitou que os alunos também se referissem ao valor da corrente total que atravessava a associação, pois como afirma Batista (2016), o professor deve ser um articulador do conhecimento. Com isso, nota-se que os grupos mencionaram que o valor da corrente elétrica total é aumentado quando adicionadas lâmpadas em paralelo e as correntes que percorrem cada lâmpada tem o mesmo valor, como mostra a resposta do grupo G2. Os grupos concluíram que ao serem adicionadas lâmpadas, o valor da resistência equivalente é diminuído e a diferença de potencial permanece a mesma.

Ao compararem as grandezas nos circuitos em série e paralelo, os grupos responderam ao questionamento mostrado na Figura 21. As respostas dadas pelos grupos a esse questionamento são apresentadas adiante. Essas foram emitidas pelos grupos G3 e G6 a questão 3 que trata sobre comparações entre as grandezas resistência elétrica, corrente elétrica e diferença de potencial em associações de resistores em série e em paralelo.

Figura 21 – Respostas dos alunos dos grupos G3 e G6 comparando valores de grandezas medidos em associações em série e paralelo



Fonte: Alunos dos grupos G3 e G6.

Ao compararem as associações em série e em paralelo, os grupos concluíram que o valor da corrente elétrica total diminui quando são adicionadas lâmpadas em série e aumenta quando adicionadas em paralelo. As afirmativas são confirmadas por Halliday, Resnick e Krane (2006), ao afirmarem que para a mesma diferença de potencial ao adicionar resistores em série, a corrente total diminui e em paralelo aumenta.

Em relação aos valores da grandeza resistência equivalente, os grupos observaram que aumentam quando as lâmpadas são associadas em série e diminuem quando associadas em paralelo. Sobre isso, Tipler e Mosca (2015) afirmam que a resistência equivalente de resistores associados em série é maior do

que qualquer um dos resistores do circuito, ao tempo em que Halliday, Resnick e Krane (2006) falam que, em uma associação em paralelo, a resistência equivalente é sempre menor do que a menor das resistências do do circuito.

Sobre a diferença de potencial em cada lâmpada, a percepção dos grupos é que na associação em série vão se reduzindo os valores medidos em cada resistor, e na associação em paralelo permanecem inalterados. Os brilhos das lâmpadas reduzem com a adição em série e não modificam quando associadas em paralelo. Halliday, Resnick e Krane (2006) afirmam que na associação em série, a diferença de potencial total é dada pela soma das diferenças de potenciais nos terminais de cada resistor e que na associação em paralelo a diferença de potencial é a mesma nos terminais de qualquer um dos resistores.

Ao observar a resposta do grupo G6, percebe-se que nesse momento os alunos comparavam os brilhos das lâmpadas com os valores das resistências elétricas, correntes elétricas e diferenças de potenciais. Nesse momento da realização das atividades, averiguou-se amadurecimento dos conceitos científicos sobre o conteúdo estudado.

Assim como aconteceu no transcorrer das atividades experimentais sobre associação de resistores em série, nas atividades experimentais de resistores em paralelo os alunos adquiriram os conhecimentos necessários para o desenvolvimento dos *softwares* sobre associação de resistores em paralelo.

Torna-se importante destacar, que nesse ponto do desenvolvimento das atividades não houve pretensão que os alunos já “dominassem plenamente o conteúdo”, mas sim que pudessem ter embasamento para a construção dos *softwares* diante do desenvolvimento das atividades computacionais. Pois segundo Zompero e Laburú (2011, p. 73), ao falarem sobre as atividades de cunho investigativo, como as desse projeto, elas têm por finalidade “[...] o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotações e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação”.

No que concerne ao exposto, Gaspar (2014, p. 191) diz que: “a necessidade de tempo para consolidar a aprendizagem de qualquer conteúdo formal é explicitada por Vigotski em várias situações”. Destarte, as atividades realizadas na proposta metodológica da pesquisa buscou contemplar essa vertente. Evidenciando-se com

isso uma complementaridade das atividades computacionais em relação às experimentais.

A seção seguinte apresenta os resultados e comentários das atividades computacionais.

4.3 Análise e discussão das atividades computacionais

As atividades computacionais giraram em torno da construção de *softwares* pelos mesmos grupos de alunos que desenvolveram as experimentais. Os programas desenvolvidos tinham como objetivo calcular a resistência equivalente de resistores associados em série e em paralelo e relacionar as grandezas corrente, resistência equivalente e diferença de potencial. Para isso, os grupos seguiram os procedimentos informados nos Apêndices E e G. O Apêndice E trata das atividades computacionais sobre associação de resistores em série e o Apêndice G das atividades computacionais sobre associação de resistores em paralelo. Essas atividades são analisadas a seguir.

4.3.1 Análise e discussão das atividades computacionais sobre associação de resistores em série

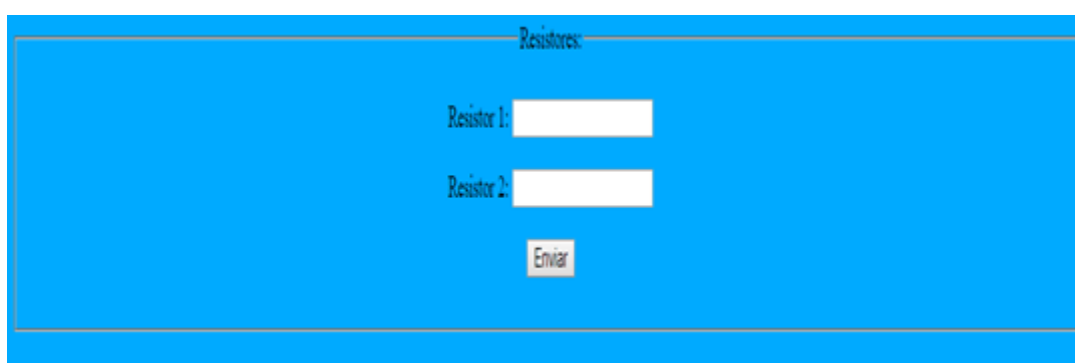
O Apêndice E explorou a construção dos *softwares* que contemplaram a associação de resistores em série. Os grupos seguiram os procedimentos desse apêndice e responderam aos questionamentos propostos. Os questionamentos são relacionados a informações provindas dos programas desenvolvidos. Estes tinham o objetivo de serem capazes de calcular a resistência equivalente de dois, três e de $n \leq 1000$ resistores associados em série. Eles também deveriam relacionar as grandezas corrente, resistência equivalente e diferença de potencial.

Os procedimentos foram elencados num total de oito. Os de número ímpar se referem a construção de *softwares* e os de número par ao teste desses programas. Percebeu-se que todos os grupos conseguiram realizar a maior parte dos procedimentos. As exceções foram que os grupos G1, G2 e G5 não conseguiram construir o programa que calcula resistência equivalente de um número $n \leq 1000$ resistores associados em série e o grupo G4 desenvolveu um *software* que não funcionou adequadamente no momento da apresentação. Esse *software* deveria

calcular a corrente elétrica numa associação de resistores em série quando digitados três valores de resistores e valor para diferença de potencial. O grupo realizou as retificações no programa no momento da apresentação.

Os *softwares* que calculam a resistência equivalente de dois resistores foram construídos de maneira que o usuário forneça dois valores de resistores para que ele possa calcular a resistência equivalente. A Figura 22 refere-se à página inicial de um programa produzido pelo grupo G1.

Figura 22 – Página inicial do *software* que calcula a resistência equivalente da associação de dois resistores em série



Fonte: O autor.

Para utilização do *software*, o usuário digita um valor no campo correspondente ao resistor 1 e outro no correspondente ao resistor 2 e em seguida clica em enviar. O *software* mostrará uma mensagem informando o valor da resistência equivalente. Enfatiza-se que todos os grupos tiveram êxito na realização desse procedimento.

Para que os grupos chegassem a produção desse programa houve a necessidade de fornecerem, através de um código, as informações necessárias de maneira que o grupo pudesse calcular o valor desejado. A figura 23 traz as informações que mostram o conhecimento necessário por parte dos alunos a respeito da associação de dois resistores em série. Esse conhecimento foi um fator determinante para que eles pudessem desenvolver o *software* de maneira a contemplar o conteúdo estudado.

Figura 23 – Código do *software* criado pelo grupo G1 para calcular a resistência equivalente de dois resistores em série

```
<?php

if ($_POST['um'] == '') {
    echo "Preencha o campo Resistor 1" . "<br />";
}

if ($_POST['dois'] == '') {
    echo "Preencha o campo Resistor 2" . "<br />";
}

$res1 = $_POST['um'];
$res2 = $_POST['dois'];

$soma = 0;
$soma = $res1 + $res2;

$res1 = str_replace(',', '.', $res1);
$res2 = str_replace(',', '.', $res2);
$soma = str_replace(',', '.', $soma);

$resultado = $soma;
$resultado = number_format($resultado, 1, ',', '.');

echo "Resistência equivalente: " . $resultado;
?>
```

Fonte: O autor.

Ao observar a figura, nota-se que a resistência equivalente, aqui chamada soma, é dada pela adição das resistências denominadas pelos alunos de res 1 e res 2. Com isso, o *software* traduz que os alunos nessa etapa de desenvolvimento das atividades apresentavam os conhecimentos sobre associação de resistores em série necessários para a produção desse *software*. Tal conclusão ganha notoriedade a medida que os grupos responderam as perguntas do mesmo apêndice, que trata dos procedimentos expostos (Apêndice E). As respostas dos grupos a estas questões serão abordadas posteriormente.

Quanto à construção de *software* que calcula a resistência equivalente de três resistores em série. Os grupo realizaram os procedimentos mencionados, a exemplo do grupo G1, o qual desenvolveu o *software* com o formato da página inicial especificado na figura 24 seguinte.

Figura 24 – Página inicial do *software* que calcula a resistência equivalente de três resistores associados em série



Observação:

para se calcular um resistor que tenha valor com vírgula, preencha os campos e troque apenas a vírgula por um ponto; EX: 1.1

Fonte: O autor.

Nesse programa, o usuário digita valores nos campos destinados aos resistores e clica no botão enviar. O programa mostra uma mensagem com o valor da resistência equivalente. Registra-se que os alunos deveriam ter conhecimento acerca do conteúdo para que pudessem desenvolver o código necessário para o funcionamento do programa. Acredita-se que as interações sociais ocorridas durante a realização das atividades experimentais tenham contribuído para que os discentes pudessem dar prosseguimento à construção dos *softwares*. Esta dedução está fundamentada nos pensamentos de Vigotski quando interpretadas por Moreira (1999, p. 108) ao afirmar que “a conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, é mediada. E essa mediação inclui o uso de instrumentos e signos”. A figura 25 faz referência ao código do *software* desenvolvido pelo grupo G3 que calcula a resistência equivalente de três resistores em série.

Figura 25 – Código do *software* que calcula a resistência equivalente de três resistores associados em série criado pelo grupo G3

```

1  <?php
2
3  if ($_POST['um'] == '') {
4      echo "Preencha o campo Resistor 1" . "<br />";
5  }
6
7  if ($_POST['dois'] == '') {
8      echo "Preencha o campo Resistor 2" . "<br />";
9  }
10
11 if ($_POST['tres'] == '') {
12     echo "Preencha o campo Resistor 3" . "<br />";
13 }
14
15 $r1 = $_POST['um'];
16 $r2 = $_POST['dois'];
17 $r3 = $_POST['tres'];
18 $soma = 0;
19
20 $soma = $r1 + $r2 + $r3;
21
22 $r1 = str_replace(',', '.', $r1);
23 $r2 = str_replace(',', '.', $r2);
24 $r3 = str_replace(',', '.', $r3);
25 $soma = str_replace(',', '.', $soma);
26
27 $result = $soma;
28 $result = number_format($result, 1, ',', '.');
29
30 echo "A resistência equivalente é: " . $result;
31 ?>

```

Fonte: O autor.

A análise do código, em especial da linha 20, permite concluir que os grupos sabiam como calcular a resistência equivalente de três resistores em série, já que aparece no código, a soma de três resistores. Essa adição foi medida e discutida pelos alunos durante as atividades experimentais sobre associação de resistores em série. Substancia-se dessa forma a percepção de desenvolvimento cognitivo por parte dos discentes. A esse respeito, Moreira (1999, p.108) diz que “o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais”.

Essas relações sociais implicadas na realização das atividades ocorreram também em momentos extras, planejados pelos discentes. Isso se deve ao fato do

tempo estipulado para as atividades computacionais não terem suprido a demanda dessas atividades. Com isso, os grupos trabalharam na continuação da construção dos programas em outros horários que não contaram com a presença do professor pesquisador. Para esses momentos, destaca-se a relevância das interações entre os componentes dos grupos que perpassaram pela idealização de se reunirem e pela ação de desenvolverem os *softwares* em conjunto. Pois como menciona Rego (2009, p. 110) “na perspectiva de Vygotsky, construir conhecimento implica numa ação partilhada, já que é através dos outros que as relações entre sujeitos e objeto de conhecimento são estabelecidas”.

Nesse viés, na continuação do desenvolvimento dessas atividades, os grupos trataram do *software* que calcula a resistência equivalente de um número $n \leq 1000$ resistores. É apresentada a seguir a figura 26 que demonstra o formato da página inicial do programa desenvolvido pelo grupo G6.

Figura 26 – Página inicial do *software* que calcula a resistência equivalente de associação em série de $n \leq 1000$ resistores

← → ↻ 🏠 ⓘ localhost/G6/Varios%20resistores/

Clique para adicionar um novo campo

[Remover](#)

[Remover](#)

[Remover](#)

Fonte: O autor.

Nesse *software* é disponibilizado um botão para a adição de resistores. Após a adição, clica-se em enviar para que seja calculada a resistência equivalente. Pode-se verificar na figura, que o *software* dá a possibilidade de remoção de resistores. Percebeu-se que essa atividade ofereceu um grau de dificuldade maior aos alunos.

Além dos procedimentos retratados, os grupos desenvolveram *softwares* que relacionam as grandezas corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial em associações de resistores em série. O *software* deveria ser capaz de

calcular a corrente elétrica quando fornecidos valores de três resistores e das diferenças de potências entre os terminais desses resistores. A Figura 27 mostra o formato da página inicial de um dos *softwares* que calcula a resistência equivalente de três resistores associados em série. Além de calcular a resistência equivalente, o *software* calcula a diferença de potencial entre os três resistores e a corrente que os percorre. Este programa foi construído pelo grupo G5.

Figura 27 – Página inicial do *software* que calcula a resistência equivalente e corrente elétrica em associações de resistores em série

← ⓘ | http://localhost/Projeto 5 g5 se/

Resistores

Resistor 1:

Resistor 2:

Resistor 3:

Diferença de potencial entre os Resistores:

Diferença de potencial no Resistor 1:

Diferença de potencial no Resistor 2:

Diferença de potencial no Resistor 3:

Enviar

Fonte: O autor.

A figura apresenta o formato do *software* que mostra os campos para preenchimento dos valores de três resistores e das diferenças de potenciais. Essas diferenças de potenciais devem ser as correspondentes a cada resistor. Depois de informados esses valores, o usuário deve clicar em enviar. Ao clicar nesse botão, o

software informará o valor da resistência equivalente, o valor total da diferença de potencial e o valor da corrente elétrica que passa pelos resistores.

Para que chegassem a esse estágio, em que um usuário digite valores e os *softwares* forneçam os resultados, os alunos deveriam ter conhecimento sobre o conteúdo e utilizá-lo para produzir os algoritmos. Sobre essa afirmação, Almeida (2000, p. 19 e 20) diz que “o conhecimento não é fornecido ao aluno para que ele dê as respostas. É o aluno que coloca o conhecimento no computador e indica as operações que devem ser executadas para produzir as respostas desejadas”.

Os conhecimentos para confecção do *software* dizem respeito ao cálculo da resistência equivalente de três resistores em série, de como calcular a diferença de potencial numa associação em série tendo os valores de diferenças de potências em partes isoladas do circuito, além do cálculo da corrente elétrica numa associação como essa. A esses valores são somados os valores específicos sobre linguagem de programação. A figura 28 traz os códigos criados na construção desse *software* pelo referido grupo.

Figura 28 – Código do *software* criado pelo grupo G5 que calcula a resistência equivalente e a corrente elétrica numa associação de três resistores em série

```

$suma = $re1 + $re2 + $re3; Cálculo da resistência equivalente

$re1 = str_replace(',', '.', $re1); //utiliza-se este (str_replace) comando para trocar a vírgula por um ponto.
$re2 = str_replace(',', '.', $re2);
$re3 = str_replace(',', '.', $re3);
$suma = str_replace(',', '.', $suma);

$result = $suma;
$result = number_format($result,1, '.', '.');

echo "A resistencia equivalente é: " . $result . "<br />";

/*Aqui é responsável pela soma dos valores dos resistores*/
$result1 = 0;

$suma1 = $um + $dois + $tres; Cálculo da diferença de potencial total

$um = str_replace(',', '.', $um); //utiliza-se este (str_replace) comando para trocar a vírgula por um ponto.
$dois = str_replace(',', '.', $dois);
$tres = str_replace(',', '.', $tres);
$suma1 = str_replace(',', '.', $suma1);

$result1 = $suma1;
$result1 = number_format($result1,1, '.', '.');

echo "A diferença de potencial é: " . $result1 . "<br />";

/*Aqui é responsável pelo resultado final*/
$div = 0;
$div = $suma1 / $suma; //utilizou-se as variáveis (suma e suma1), porque nelas estão os números decimais.
Cálculo da corrente elétrica

$resultado_final = $div;
$resultado_final = str_replace('.', ',', $resultado_final); //utiliza-se este comando(str_replace('.', ',', $nome_da_variavel)) para trocar o ponto pela vírgula.

echo "O valor da corrente elétrica é: " . $resultado_final;

?>

```

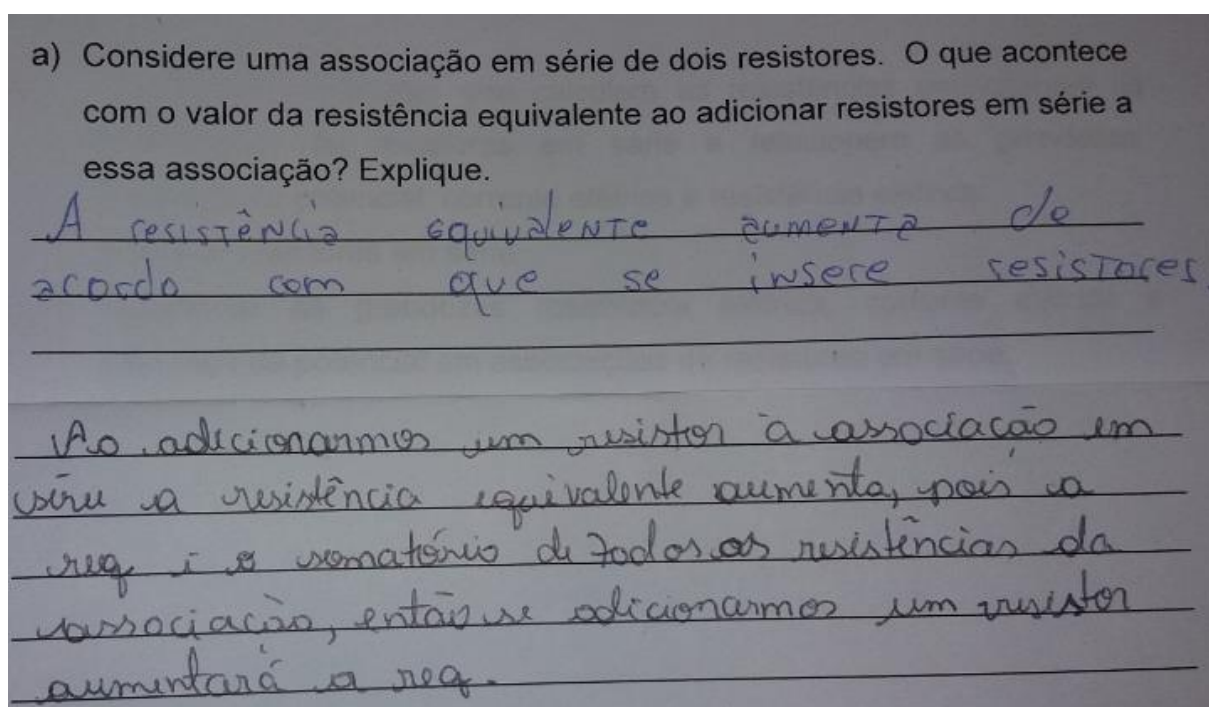
Fonte: O autor.

Esse código mostra informações importantes acerca dos conhecimentos dos alunos sobre associação de resistores em série. Fica perceptível como os alunos informaram ao computador o que deveria ser calculado. Essa informação permite que sejam discutidos os conceitos das grandezas estudadas, pois o grupo explicita como é calculada a resistência equivalente de uma associação em série de três resistores. Na ocasião, eles utilizaram a soma dos três resistores para cálculo da resistência equivalente ($\text{soma} = re1 + re2 + re3$). Pode-se verificar que a diferença de potencial total também é calculada somando-se as diferenças de potenciais em cada resistor ($\text{soma1} = \text{um} + \text{dois} + \text{três}$). Em relação ao cálculo da corrente elétrica,

é observado que o grupo utiliza a divisão das somas das diferenças de potenciais pela resistência equivalente da associação ($\text{div} = \text{soma1/soma}$).

Dando prosseguimento, os grupos responderam aos questionamentos sobre corrente elétrica, diferença de potencial e resistência equivalente presentes no Apêndice E. As respostas dadas pelos grupos G4 e G5 sobre resistência equivalente estão representadas na figura 29 a seguir.

Figura 29 – Respostas dos grupos G4 e G5 sobre resistência equivalente da associação de resistores em série



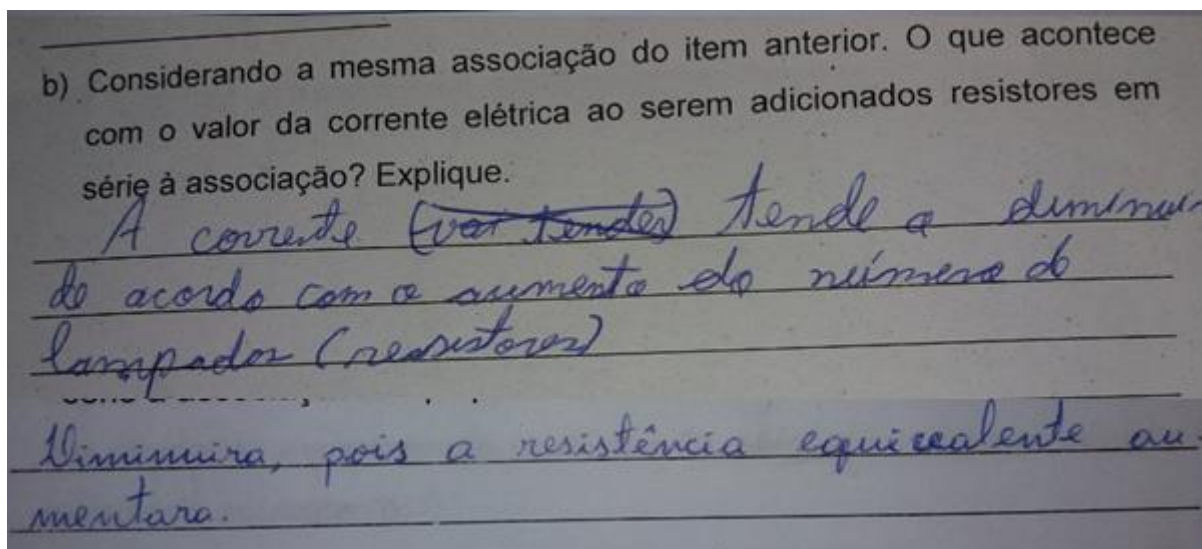
Fonte: Alunos dos grupos G4 e G5.

As respostas estão de acordo com o que foi colocado no código de construção do *software* exposto pelo grupo G1 na Figura 23. Os autores Mosca e Tipler (2015) afirmam que a resistência equivalente de dois resistores associados em série é calculada pela soma desses resistores. A afirmação ratifica as respostas dadas pelos grupos durante essas atividades computacionais. Elas também reafirmam os resultados observados nas atividades experimentais e contribuem para averiguação de que os alunos confirmaram nos *softwares* o que fizeram nas atividades experimentais sobre associação de resistores em série.

Os grupos G3 e G2 quando responderam ao questionamento sobre corrente elétrica total do circuito chegaram à conclusão que o valor dessa grandeza diminui à medida que são adicionados resistores em série. O referido questionamento versa

sobre o que acontece com a corrente elétrica quando adicionados resistores em série. As respostas desses grupos estão na figura 30.

Figura 30 – Respostas dos grupos G3 e G2 sobre corrente elétrica total em associação de resistores em série

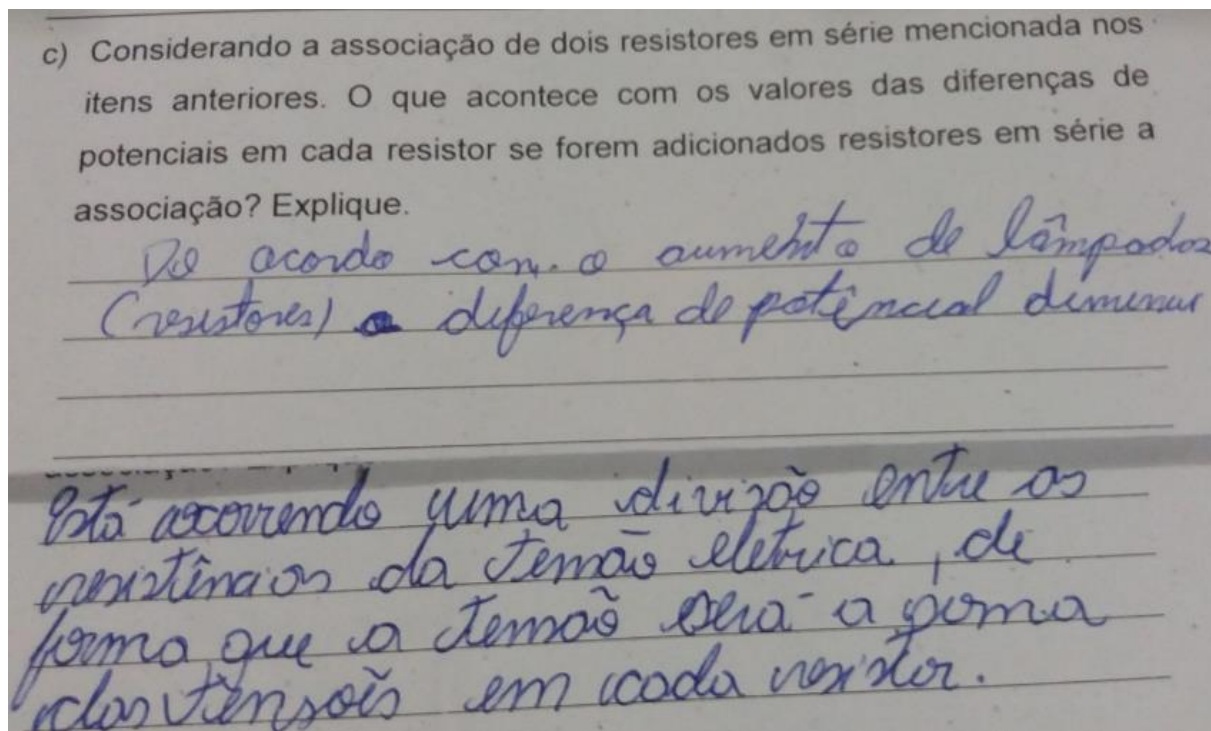


Fonte: Alunos dos grupos G3 e G2.

As respostas dos grupos demonstram sintonia com os resultados obtidos nos softwares. Foi observado por parte de todos os grupos nessas atividades computacionais que a corrente diminuiu quando adicionados resistores em série. Essa observação está de acordo com o que foi verificado nas atividades experimentais.

Além do comportamento da resistência equivalente e corrente elétrica total, foi averiguado o comportamento da diferença de potencial. Percebeu-se que os grupos tiraram suas conclusões sobre o que aconteceu com a diferença de potencial nas associações em série. A figura 31 mostra as respostas dadas pelos grupos G3 e G1 ao compararem as diferenças de potenciais nos circuitos em série.

Figura 31 – Respostas dos grupos G3 e G1 sobre diferença de potencial em associação de resistores em série



Fonte: Alunos dos grupos G3 e G1.

O grupo G3 diz que a diferença de potencial em cada resistor vai diminuindo ao tempo em que são adicionados resistores em série. O grupo G1 complementa dizendo que essas diferenças de potenciais se somam para que seja calculada a diferença de potencial total da associação. Essa afirmação é confirmada por Tipler e Mosca (2015) ao expressarem que numa associação de resistores em série, a soma das diferenças de potenciais em cada resistor é igual a diferença de potencial nos dois resistores. As afirmações condizem com o que os grupos verificaram experimentalmente.

Esses resultados estabelecidos nas atividades experimentais, que envolveram resistores associados em série e confirmados nas atividades computacionais sobre o mesmo assunto, reforça o entendimento dos potenciais das duas atividades. A esse respeito, Heidman (2011), ao citar Zacharia (2007), afirma que a integração de atividades experimentais e computacionais deve justamente dispor das potencialidades de cada uma no intuito de buscar a eficácia da experimentação. Dorneles (2010) complementa dizendo que a integração promove engajamento dos discentes em seus aprendizados, além de transformar a sala de aula num lugar propício para o aprendizado dos alunos.

A partir do exibido, atesta-se o aproveitamento das potencialidades da aliança entre as atividades trabalhadas nesta pesquisa em que, utilizando linguagem de programação, os alunos socializaram o que haviam entendido sobre o assunto estudado. Para Moreira (1999, p. 119) “[...] a responsabilidade do aluno é verificar se os significados que captou são aqueles que o professor pretendia que ele captasse e se são aqueles compartilhados no contexto da área de conhecimento em questão”. Dessa forma, as interações que ocorreram levaram os alunos a expressarem os significados captados sobre os comportamentos das grandezas, corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial em associações de resistores em série.

Em seguida são analisadas e discutidas as atividades computacionais sobre associação de resistores em paralelo.

4.3.2 Análise e discussão das atividades computacionais sobre associação de resistores em paralelo

Para associação em paralelo de resistores, os grupos construíram *softwares* que calculam a resistência equivalente de dois, três e $n \leq 1000$ associados em paralelo, além de *softwares* que relacionam as grandezas, corrente, resistência elétrica e diferença de potencial nessas associações. Os procedimentos para construção dos programas e os questionamentos acerca do conteúdo estão presentes no Apêndice G.

De modo geral, os grupos realizaram os procedimentos com êxito. No entanto, apenas dois dos seis grupos construíram um programa que calcula a resistência equivalente da associação de até 1000 resistores em paralelo, ao tempo em que o grupo G4 também não conseguiu desenvolver de forma adequada, até o momento da apresentação, um *software* que calculasse a corrente elétrica quando digitados valores de três resistores e da diferença de potencial. Durante a apresentação, o grupo fez as retificações no software. O grupo G2 também fez algumas modificações nos seus softwares durante a apresentação. Ademais, todos os grupos desenvolveram o *software* que calcula a resistência equivalente da associação de dois resistores em paralelo. A figura 32 faz referência à página inicial do *software* produzido pelo grupo G1.

Figura 32 – Página inicial do *software* produzido pelo grupo G1 sobre associação de dois resistores em paralelo

localhost/G1/Projeto%201.1%20g1%20pa/

Resistores:

Resistor 1:

Resistor 2:

Fonte: O autor.

Através desse programa de computador, pode-se encontrar a resistência equivalente quando se tem uma associação de dois resistores em paralelo. Para isso, deve-se digitar valores para os resistores 1 e 2, em seguida dar um clique no botão enviar. Depois de realizadas essas ações, o valor da resistência equivalente será informado pelo *software*. Os grupos utilizaram esse *software* para simular a referida associação. Com o resultado dessa simulação e das atividades experimentais, os grupos responderam aos questionamentos do Apêndice G. As respostas serão apresentadas adiante.

A exemplo desse procedimento com dois resistores, os discentes reunidos em grupos, construíram *softwares* que calculam a associação de três resistores em paralelo. Enfatiza-se que todos os grupos concluíram essa atividade. A Figura 33 traz o perfil da página inicial do programa desenvolvido pelo grupo G1.

Figura 33 – Página inicial do *software* produzido pelo grupo G1 sobre associação de três resistores em paralelo

localhost/G1/Projeto%202.2%20g1%20pa/

Resistores

Resistor 1:

Resistor 2:

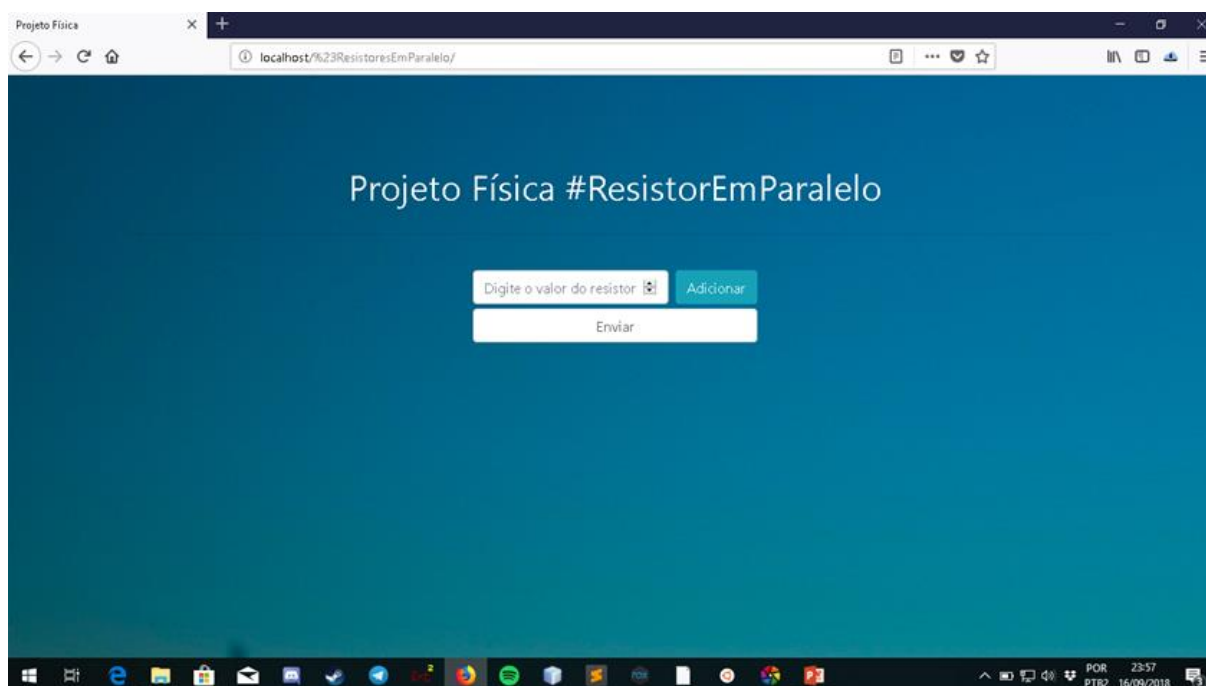
Resistor 3:

Fonte: O autor.

Depois de construídos, ambos os *softwares* foram testados através de simulação. Para isso, os alunos digitaram valores nos campos correspondentes aos resistores. Depois de clicar em enviar, o *software* fornece o valor da resistência equivalente da associação. Esses procedimentos se demonstraram importantes para a comparação com os valores obtidos nas atividades experimentais.

Outro procedimento foi criar um *software* que calcula a resistência equivalente da associação de $n \leq 1000$ resistores em paralelo. A figura 34 mostra o leiaute da página inicial do programa confeccionado pelo grupo G4. O *software* calcula a resistência equivalente da associação de resistores associados em paralelo.

Figura 34 – Página inicial do *software* produzido pelo grupo G4 sobre associação de resistores em paralelo



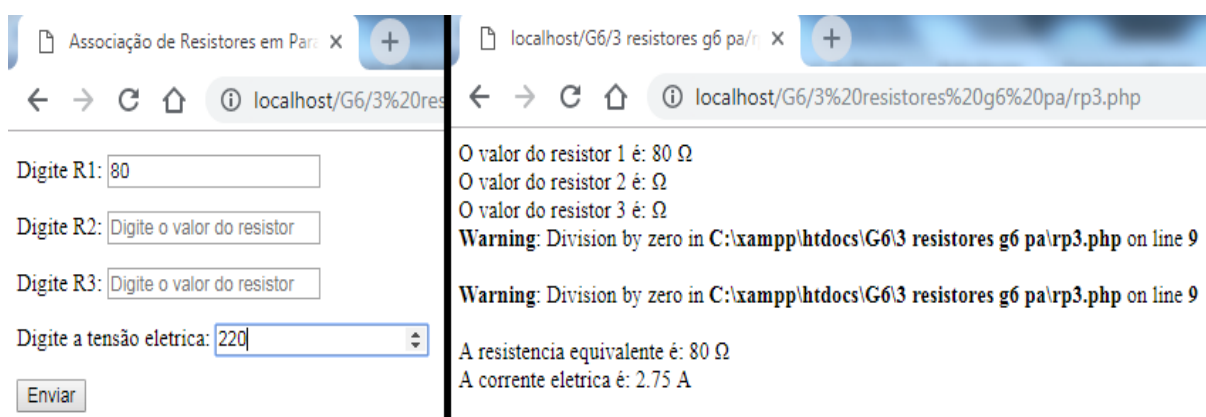
Fonte: O autor.

Ele dá a possibilidade do usuário adicionar valores de resistores até o número máximo de 1000. Para isso deve-se acionar o botão adicionar. Ao clicar em enviar, depois de digitar os valores referentes aos resistores, o *software* calcula a resistência equivalente.

No que tange ao procedimento para criação de *software* que permita o cálculo da corrente elétrica quando informados os valores de três resistores e da diferença de potencial, percebeu-se que apenas um dos grupos não conseguiu construir adequadamente até o momento das apresentações.

Um dos *softwares* criados pelo grupo G6 permite digitar valores em três campos destinados a resistores e em outro destinado à diferença de potencial. O *software* calcula a resistência equivalente e a corrente que percorre a associação. A figura 35 mostra os valores digitados para o resistor R1 e para diferença de potencial além dos valores calculados da resistência equivalente e da corrente elétrica.

Figura 35 – *Software* com valores de um resistor e diferença de potencial digitados e valores da resistência equivalente e corrente elétrica calculados.



Fonte: O autor.

Quando o usuário digita um valor para determinado resistor e outro para a diferença de potencial e clica em enviar, o *software* calcula os valores da resistência equivalente e da corrente elétrica. A figura 35 mostra os valores da resistência equivalente e corrente elétrica calculados, quando digitado o valor de um resistor e da diferença de potencial.

Ao observar o valor da resistência equivalente, percebe-se que ele se refere ao valor digitado. No caso da corrente, é calculada dividindo-se a diferença de potencial pela resistência equivalente.

Quando digitado um valor no campo destinado ao resistor 2, é possível verificar que a resistência equivalente tem seu valor modificado, assim como o da corrente elétrica. A figura 36 mostra esses valores.

Figura 36 – Valores dos resistores e diferença de potencial digitados e valores da resistência equivalente e corrente calculados

The screenshot shows a web browser with two tabs. The active tab is titled 'localhost/G6/3 resistores g6 pa/rp3.php'. The page content is divided into two main sections by a vertical line.

Left Section (Input Fields):

- Digite R1:
- Digite R2:
- Digite R3:
- Digite a tensão elétrica:
- Enviar

Right Section (Output and Error Messages):

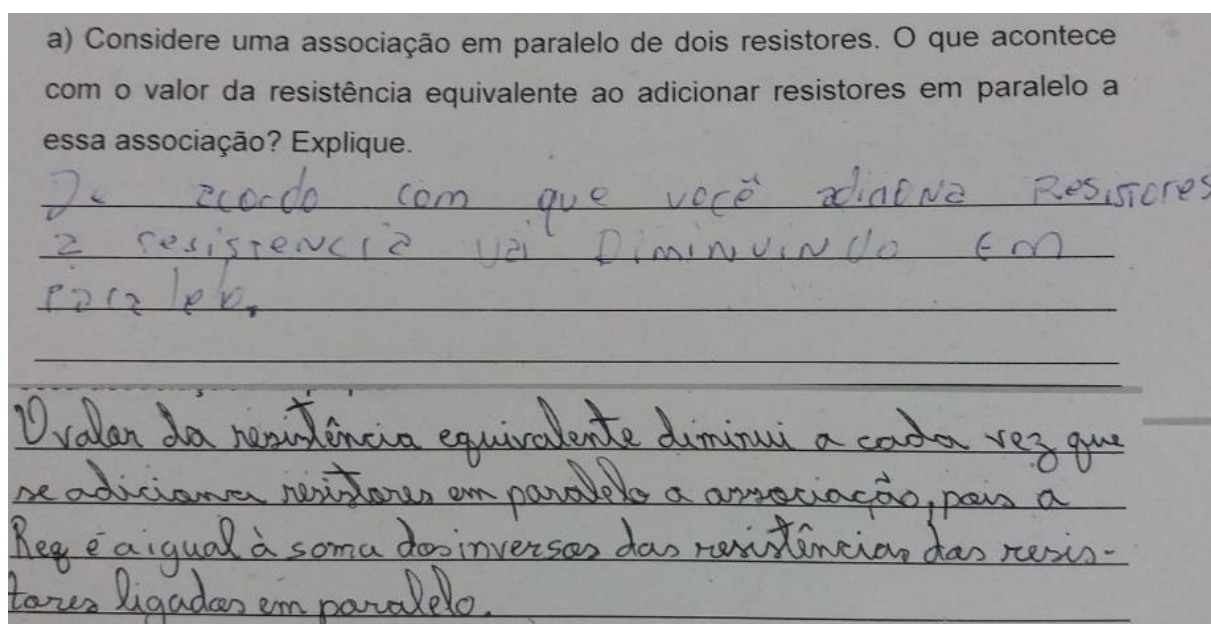
- O valor do resistor 1 é: 80 Ω
- O valor do resistor 2 é: 80 Ω
- O valor do resistor 3 é: Ω
- Warning:** Division by zero in C:\xampp\htdocs\G6\3 resistores g6 pa\rp3.php on line 9
- A resistencia equivalente é: 40 Ω
- A corrente eletrica é: 5.5 A

Fonte: O autor.

Essas simulações foram realizadas pelos grupos de alunos durante as atividades computacionais sobre associação de resistores em série e em paralelo. Os alunos puderam comparar os resultados provindos dessas simulações com os resultados das atividades experimentais. Com isso, responderam os questionamentos dos apêndices que versam sobre atividades computacionais.

Ao analisar os valores das grandezas mencionadas na figura 36, percebe-se que a resistência equivalente diminuiu em relação ao valor calculado anteriormente. Essa compreensão está de acordo com as observações realizadas pelos grupos G4 e G6. As observações desses grupos são apresentadas na resposta dada a um questionamento do Apêndice G. O questionamento é referente ao comportamento do valor da resistência equivalente quando adicionados resistores em paralelo. A figura 37 mostra as respostas dos grupos que tratam desse questionamento.

Figura 37 – Respostas dos grupos G4 e G6 sobre comportamento da resistência equivalente na associação de resistores em paralelo calculados da resistência equivalente e corrente elétrica total



Fonte: Alunos dos grupos G4 e G6.

Os dois grupos afirmaram em suas respostas que a resistência equivalente diminuiu quando adicionados resistores numa associação em paralelo. Os *softwares* construídos e utilizados pelos grupos contribuíram para que os alunos chegassem a essa conclusão e confirmassem o que foi observado nas atividades experimentais, uma vez que o mesmo permite que valores de resistores sejam adicionados. Quando adicionados esses valores nos campos indicados, os *softwares* mostram os resultados das resistências equivalentes.

O *software* construído pelo grupo G6 permite digitar o valor de três resistores. Quando digitado o terceiro valor é possível analisar o comportamento das grandezas quando seus valores são comparados com os calculados anteriormente. A figura 38 mostra os valores calculados pelo *software* quando fornecidos valores para os três resistores e para a diferença de potencial. Os valores digitados para os três resistores foram de $80\ \Omega$ cada um e o valor fornecido para diferença de potencial foi $220\ \text{V}$.

Figura 38 – Valores digitados dos três resistores e valores calculados da resistência equivalente e corrente elétrica total

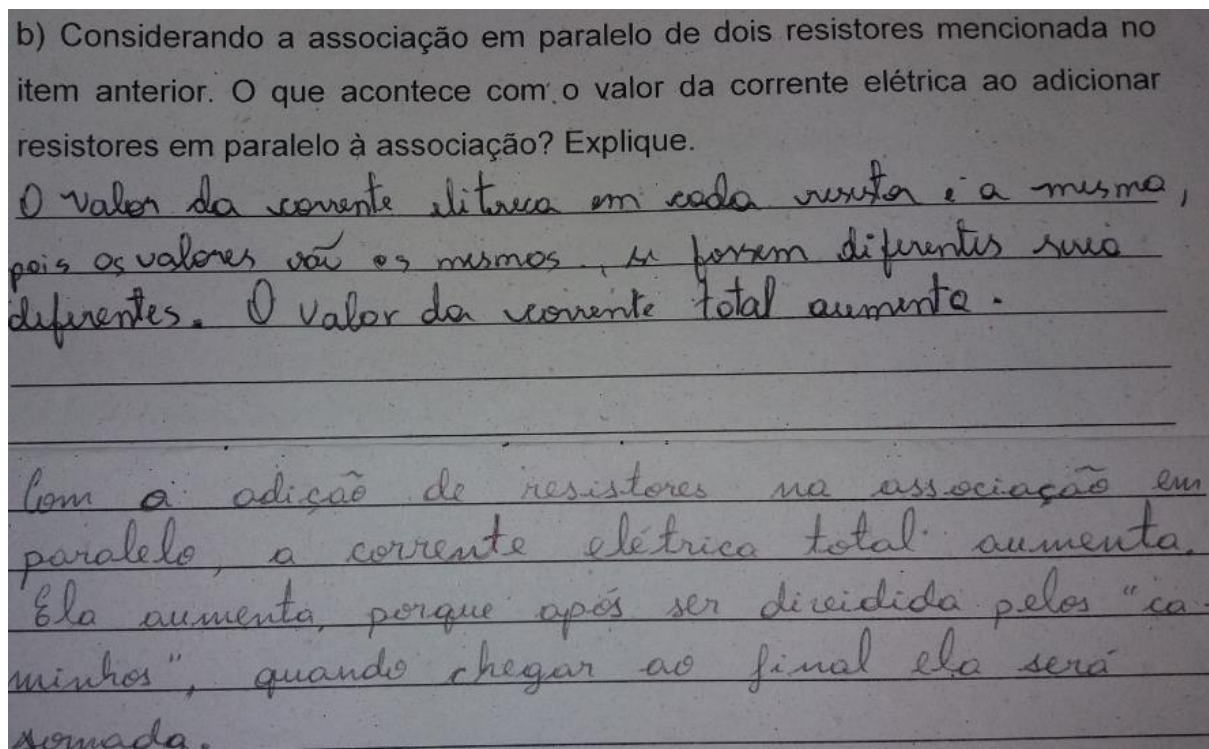
The image shows a web application interface for calculating equivalent resistance and total current. The interface is split into two panes. The left pane contains input fields for three resistors (R1, R2, R3) and a voltage source, all set to 80, and a dropdown menu for voltage set to 220. The right pane displays the calculated results: R1 = 80 Ω, R2 = 80 Ω, R3 = 80 Ω, equivalent resistance = 26.666666666667 Ω, and total current = 8.25 A.

Fonte: O autor.

Mais uma vez pode-se averiguar que a resistência equivalente diminuiu enquanto o valor da corrente elétrica aumentou. Com isso, operando o *software* e observando os valores calculados por ele é possível chegar à conclusão que a resistência equivalente diminuiu e a corrente elétrica total aumentou.

Os grupos G1 e G2 emitiram suas respostas sobre um questionamento que contempla a corrente elétrica nessas associações em paralelo. O questionamento faz parte do apêndice G. A figura 39 mostra respostas dos grupos G1 e G2 quanto ao comportamento da corrente elétrica numa associação em paralelo.

Figura 39 – Respostas dos grupos G1 e G2 sobre comportamento da corrente elétrica quando comparadas associações de dois e três resistores em paralelo



Fonte: Alunos dos grupos G1 e G2.

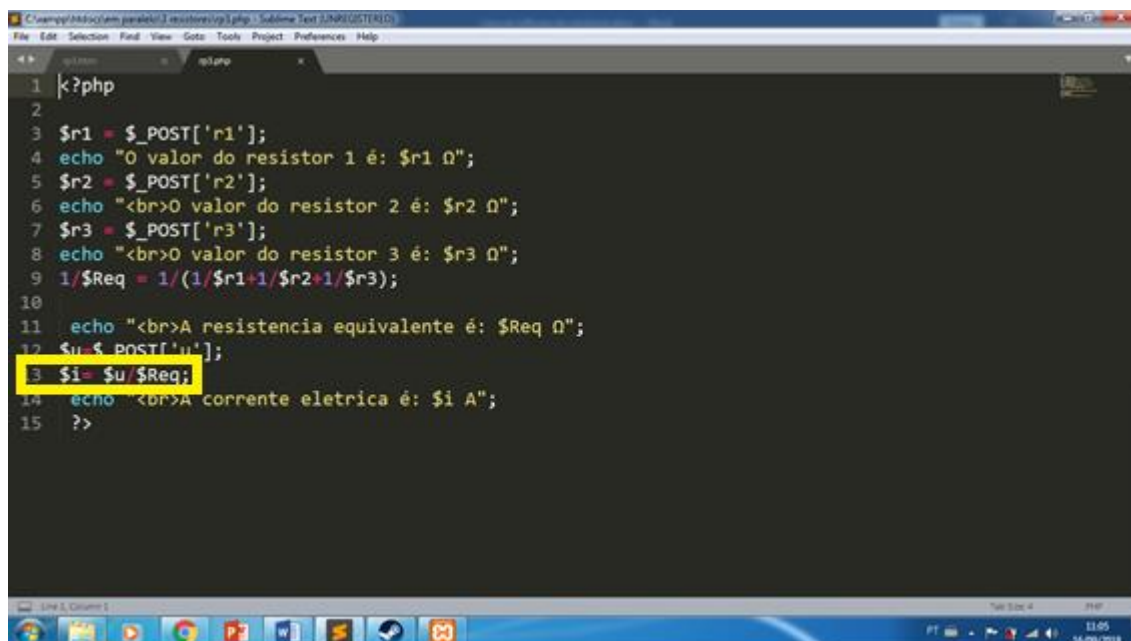
A resposta dada pelo grupo G1 chama a atenção para a corrente que passa em cada resistor. Segundo a resposta, se os resistores tivessem valores diferentes, a corrente que percorreria cada um seria diferente. Tipler e Mosca (2015) confirmam essa resposta quando dizem que numa associação em paralelo de resistores a corrente elétrica se divide entre os resistores e estes, por sua vez, estão submetidos à mesma diferença de potencial.

O grupo G2 afirma que as correntes que percorrem cada resistor são somadas para o cálculo da corrente total da associação. Para Tipler e Mosca (2015), as correntes que percorrem resistores que se localizam em ramos diferentes se recombinaem ao chegarem ao terminal comum dos ramos, de modo que a corrente total é a soma das correntes que passam em cada ramo. Com isso, as respostas apresentadas pelos grupos estão de acordo com o que os autores afirmam.

Essa detecção é corroborada por mais uma fonte de evidência utilizada na análise dos dados. Os códigos dos *softwares* trazem informações importantes sobre o raciocínio dos discentes. Em tais códigos aparecem as equações que relacionam as grandezas utilizadas. A figura 40 mostra o código do *software* criado pelo grupo

G6. Esse *software* calcula a resistência equivalente e a corrente em associações de resistores em paralelo.

Figura 40 – Código do *software* criado pelo grupo G6 para calcular a resistência equivalente e a corrente elétrica em associação de resistores em paralelo



```

1 <?php
2
3 $r1 = $_POST['r1'];
4 echo "O valor do resistor 1 é: $r1 Ω";
5 $r2 = $_POST['r2'];
6 echo "<br>O valor do resistor 2 é: $r2 Ω";
7 $r3 = $_POST['r3'];
8 echo "<br>O valor do resistor 3 é: $r3 Ω";
9 1/$Req = 1/(1/$r1+1/$r2+1/$r3);
10
11 echo "<br>A resistencia equivalente é: $Req Ω";
12 $u = $_POST['u'];
13 $i = $u/$Req;
14 echo "<br>A corrente eletrica é: $i A";
15 ?>

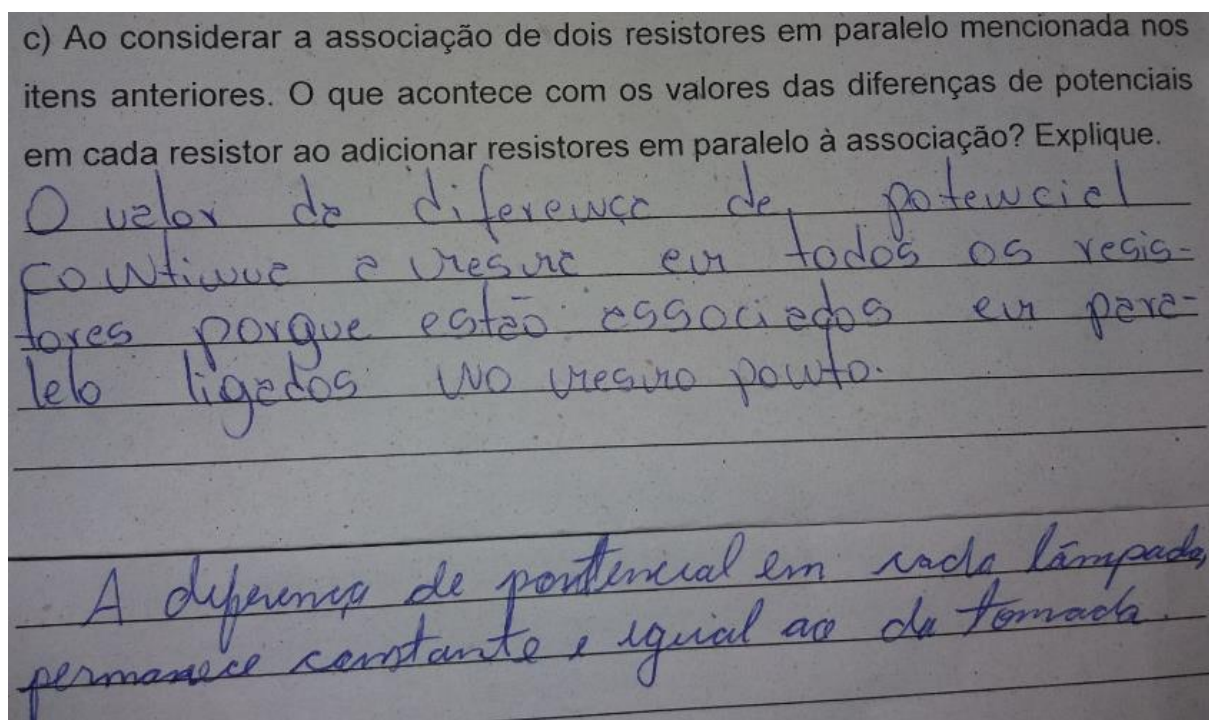
```

Fonte: O autor.

Na linha 13 está a relação existente entre o valor da corrente e os valores da diferença de potencial e resistência equivalente. Essa relação mostra que o *software* faz o cálculo da corrente dividindo o valor da diferença de potência pela resistência equivalente.

O comportamento da diferença de potencial também foi abordado através de um dos questionamentos do apêndice G. O fato de aparecer no *software* apenas um espaço para diferença de potencial sugere que os alunos têm em mente que os três resistores estão submetidos a mesma diferença de potencial. A figura 41 expressa as respostas dos grupos G5 e G3 ao questionamento sobre o comportamento da diferença de potencial em associações de resistores em paralelo.

Figura 41- Comportamento da grandeza diferença de potencial ao serem adicionados resistores em paralelo



Fonte: Alunos dos grupos G5 e G3.

Ao falarem sobre a associação em paralelo, Tipler e Mosca (2015) afirmam que os resistores que fazem parte dessa associação estão ligados a mesma diferença de potencial. Essa afirmação confirma as respostas dadas pelos grupos. Os grupos dizem que a diferença de potencial não sofre variação quando são adicionados resistores em paralelo. Observa-se, pois que esse entendimento já havia sido construído quando os alunos concluíram os *softwares*. Esse fato demonstrou a relevância das atividades computacionais que aliadas às experimentais permearam os procedimentos executados pelos alunos no estudo do conteúdo. Santos e Borges (2009) destacam que o computador contribui para o aprendizado à medida que é utilizado como ferramenta pedagógica. Isso foi potencializado tendo em vista a especificidade dos alunos que participaram da pesquisa. Ao se referir ao aprendizado dos alunos na perspectiva de Vigotski, Gaspar (2014, p. 205) diz que “o domínio do conteúdo só se dá quando eles adquirirem ou construirão uma estrutura mental que lhes possibilite esse domínio, o que demanda tempo e esforço dos próprios alunos”. Isso foi observado quando os alunos marcaram horários extras para produzirem os *softwares*.

Por meio do envolvimento dos discentes, dos resultados observados nas atividades experimentais e computacionais e das falas dos autores citados, foi vislumbrado um desencadear de ações práticas que contribuíram para interação entre alunos e professor. Nesse contexto, os discentes desenvolveram com êxito as referidas atividades, verificando que os conhecimentos sobre os conceitos abordados nas atividades experimentais estavam sendo consolidados durante o desenvolvimento dos *softwares*. No que se refere a essa evolução do conhecimento dos alunos, Vigotski (2008, p. 157) diz que “Cada pensamento se move, amadurece e se desenvolve, desempenha uma função, soluciona um problema”. Com isso, o processo interativo os levou a relacionarem de maneira assertiva as grandezas corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial, ao estudarem o conteúdo “associação de resistores” aliando atividades experimentais e computacionais.

Dessa maneira, após a conclusão dessa etapa da pesquisa, os discentes contaram com um espaço para socialização dos resultados dos trabalhos desenvolvidos em grupo. Nele, os alunos descreveram as etapas das realizações das atividades e falaram sobre como desenvolveram os *softwares* e como estes funcionam. A análise e discussão dessas apresentações estão dispostas na seção seguinte.

4.4 Análise e discussão das apresentações sobre associação de resistores, realizadas pelos grupos

A apresentação dos conteúdos por parte dos grupos se deram em duas datas diferentes. No primeiro dia, dois grupos fizeram apresentação, os grupos G2 e G3. Na segunda data, os demais grupos apresentaram os resultados das atividades experimentais e computacionais desenvolvidas sobre associação de resistores em série e paralelo.

Os grupos utilizaram notebook, projetor de imagem, quadro e pincéis como recursos para mostrarem os resultados das atividades. Nesse momento, eles estavam de posse dos apêndices utilizados nas atividades experimentais e computacionais para nortear suas apresentações. Estas atividades se constituíram em mais um espaço de interações dentro da organização da pesquisa, pois segundo a perspectiva de Vigotski apresentada por Rego (2009, p. 110), “uma prática escolar

baseada nesses princípios deverá necessariamente considerar o sujeito ativo (e interativo) no seu processo de conhecimento”. Com isso, os discentes se expressaram sobre os procedimentos utilizados para realizarem as atividades. Para tanto, os grupos expressaram oralmente as compreensões advindas das interações realizadas durante as atividades experimentais e computacionais sobre o conteúdo estudado, além de explicarem o passo a passo da realização das atividades experimentais, como construíram os *softwares* e como eles funcionam.

Enquanto acontecia a apresentação do grupo G3 foi destacado que as lâmpadas têm praticamente os mesmos valores de resistências. Ao fazer referência aos brilhos das lâmpadas na associação em série, o aluno A16 durante sua fala expressou “[...] aí quando você liga as duas em série a gente percebeu o que, que o brilho em relação ao primeiro experimento que a gente fez ligando só uma lâmpada diminuiu”. Essa informação é corroborada pela fala do aluno A6 durante a apresentação do grupo G1. O aluno fala que numa associação em série, “quando adiciona mais lâmpadas fica mais fraco o brilho”.

Em relação à apresentação do grupo G2, o aluno A4, enquanto explicava os valores obtidos nas atividades experimentais, solicitou que um colega de grupo simulasse no *software* a associação de dois resistores em série. Na simulação, foram digitados os valores medidos na associação durante a realização das atividades experimentais. Os valores digitados foram 88,3 e 88,1 e o *software* calculou o valor da resistência equivalente de 176,4 enquanto o valor medido na associação realizada durante a atividade experimental foi 175. De imediato, três alunos do grupo falaram simultaneamente justificando a diferença entre os valores. É conveniente destacar a fala do aluno A12 quando disse: “é que ocorre oscilação de energia e também no *software* é simplesmente uma fórmula e na vida real tem várias variáveis que acabam alterando o valor”. Essas interações que são capazes de gerar este tipo de discussão são salutares, pois como Rego (2009, p. 110) diz:

[...] passam a ser entendidas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos alunos, particularmente aquelas que permitem diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum (REGO, 2009, p. 110).

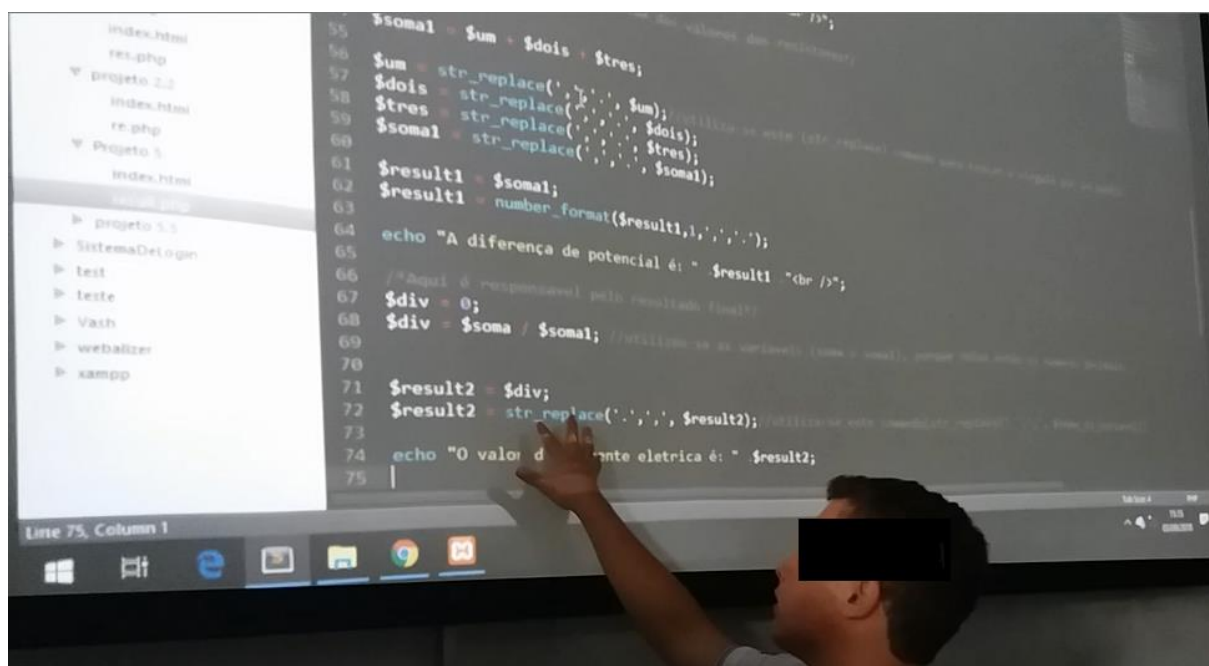
Sendo assim, direcionaram-se as falas para uma comparação entre modelo teórico construído pelo grupo e a realidade. As comparações compartilhadas pelos

grupos contribuíram para a troca de informações. A esse respeito, em seu estudo, Dorneles (2010) reconheceu que as simulações computacionais auxiliam os alunos na compreensão da relação existente entre modelos teóricos, realidade e representações formais.

Continuando essa apresentação, enquanto os alunos mostravam o funcionamento dos *softwares*, o professor pesquisador observou que existiam algumas inconsistências que não tinham sido verificadas anteriormente. As inconsistências diziam respeito ao cálculo da corrente elétrica e ao preenchimento dos campos referentes à diferença de potencial. Emergiu nesse instante outra oportunidade para discussões.

Sobre a inconsistência verificada no cálculo da corrente elétrica, o aluno A7 do grupo G2 disse durante a apresentação “eu vou pegar os resultados que estão guardados na variável soma e na soma1 e vou dividir eles”. A variável soma traz o valor da soma das diferenças de potências nos resistores e a soma1 armazena os valores das resistências equivalentes. A figura 42 mostra o código referente a esse *software*.

Figura 42 - Aluno do grupo 2 apresentando o código *software* que calcula a corrente elétrica em associação de resistores em série



Fonte: O autor.

A linha 68 da figura mostra a divisão entre as variáveis soma e soma1 e na linha 61 aparece a variável soma1 que representa a diferença de potencial. Com essa configuração os valores das correntes elétricas calculadas pelo *software* não estariam de acordo com o aceitável cientificamente. A seguir são apresentadas figuras que mostram simulações realizadas no *software* desenvolvido pelo grupo G2. Nessas figuras podem ser observados os valores que mostram as inconsistências desse *software*. A figura 43 mostra os valores digitados para resistores e diferença de potencial e os valores calculados pelo programa.

Figura 43 - Janela do *software* com os valores digitados para resistores e diferença de potencial e os valores calculados para resistência equivalente, corrente elétrica e diferença de potencial

The screenshot shows a web browser window with two panes. The left pane, titled 'Física', contains the following input fields:

- Resistores:
 - Resistor 1: 80
 - Resistor 2:
 - Resistor 3:
- Diferença de potencial entre os Resistores:
 - Diferença de potencial no Resistor 1: 60
 - Diferença de potencial no Resistor 2:
 - Diferença de potencial no Resistor 3:
- Enviar

The right pane displays the calculated results:

- Preencha o campo Resistor 2
- Preencha o campo Resistor 3
- Preencha o campo Diferença de potencial no Resistor 2
- Preencha o campo Diferença de potencial no Resistor 3
- A resistencia equivalente é: 80,0
- A diferença de potencial é: 60,0
- O valor da corrente eletrica é: 1,33333333333333

Fonte: O autor.

Nessa simulação foi digitado o valor 80 para o resistor 1 e o valor 60 para a diferença de potencial nesse resistor. Observa-se que o valor da resistência equivalente é o valor digitado para o resistor 1 e a diferença de potencial é o valor digitado para esta grandeza. O valor da corrente elétrica foi calculado dividindo o valor digitado para o resistor pelo digitado para diferença de potencial. A seguir, é apresentada a figura 44 com valores digitados para os resistores 1 e 2 e para as diferenças de potenciais nesses resistores.

Figura 44 - *Software* com valores digitados para dois resistores e diferenças de potenciais em cada um e os valores calculados da resistência equivalente, diferença de potencial e corrente elétrica

The screenshot shows a web application with two main sections. The left section, titled 'Física', contains two groups of input fields. The first group, 'Resistores', has three fields: 'Resistor 1' with value 80, 'Resistor 2' with value 80, and 'Resistor 3' which is empty. The second group, 'Diferença de potencial entre os Resistores:', has three fields: 'Diferença de potencial no Resistor 1' with value 60, 'Diferença de potencial no Resistor 2' with value 60, and 'Diferença de potencial no Resistor 3' which is empty. Below these fields is an 'Enviar' button. The right section, titled 'localhost/G2/Projeto 5 g2/result', displays the calculated results: 'Preencha o campo Resistor 3', 'Preencha o campo Diferença de potencial no Resistor 3', 'A resistencia equivalente é: 160,0', 'A diferença de potencial é: 120,0', and 'O valor da corrente eletrica é: 1,33333333333333'.

Fonte: O autor.

É possível verificar que foram digitados os valores de 80 nos campos destinados aos dois primeiros resistores e foram digitados os valores de 60 para as diferenças de potenciais nesses resistores. Com esses valores digitados, o *software* calculou os valores da resistência equivalente, diferença de potencial e corrente elétrica. A diferença de potencial é calculada pela soma das diferenças de potencias nos resistores 1 e 2 e a corrente elétrica pela divisão entre a resistência equivalente e a diferença de potencial. Com isso, concebe-se que o valor da corrente elétrica permanece a mesma da primeira simulação. Evidencia-se assim que o cálculo da corrente é realizado de forma indevida por dois motivos: o primeiro é que os valores das grandezas resistência elétrica e diferença de potencial foram invertidos na divisão; e o segundo, pois ao adicionar o segundo valor para a diferença de potencial tem-se um aumento da diferença de potencial. Essas evidências confirmam as inconsistências observadas.

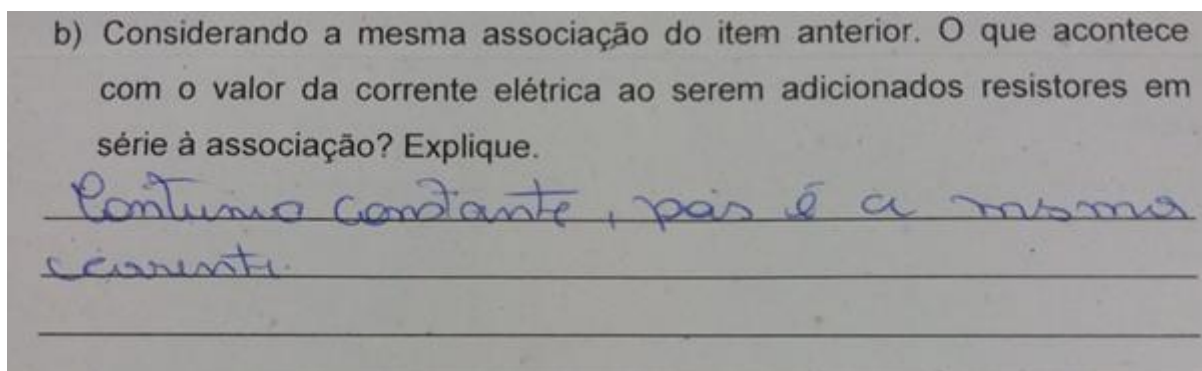
A situação descrita abriu margem para a mediação do professor pesquisador no momento dessa apresentação. Ao término dessa apresentação, o docente solicitou que o grupo digitasse valores de resistores e diferenças de potenciais nos campos correspondentes e pediu que os alunos observassem novamente os valores calculados para corrente elétrica. O professor pediu também que fossem feitas as

contas manualmente e comparados os valores. Nesse momento, o aluno A12, do mesmo grupo, disse “é o contrário, o programa tá dividindo a resistência pela tensão”. Desta forma, o próprio grupo chegou à conclusão sobre a necessidade de corrigir o *software*.

O professor pesquisador também solicitou que os alunos observassem o que estava ocorrendo com a diferença de potencial quando eles digitavam mais valores e se o que estava acontecendo nessa simulação também ocorreu nas atividades experimentais. O aluno A3 do grupo G6 tomou a fala e disse “os valores que vão ser colocados têm que ser menores por que a soma tem que dar igual a tensão da tomada”. Essa fala foi providencial nesse momento e o grupo fez simulações com outros valores. Esses valores foram utilizados de modo que sua soma fosse igual ao valor medido na tomada.

Durante essa intervenção, os alunos do grupo G5 demonstraram ter respondido ao questionamento sobre o comportamento da corrente elétrica proveniente da simulação utilizando esses *softwares* de forma similar ao abordado pelo grupo G2. Esse questionamento foi realizado no Apêndice E. É apresentada resposta proferida pelo grupo G5 na figura 45.

Figura 45 – Resposta do grupo G5 sobre o comportamento da corrente elétrica ao serem adicionados resistores em série em uma associação



Fonte: Alunos do grupo G5.

A resposta do grupo demonstra que os resultados obtidos nos *softwares* para as correntes eram constantes. Esses valores dizem respeito à utilização de valores incoerentes de diferenças de potenciais identificados durante a apresentação do grupo G2. Após a verificação dessas respostas e realizadas as discussões, foram providenciadas outras cópias do Apêndice E para que os grupos respondessem

novamente aos questionamentos desse apêndice, em especial ao que trata da corrente elétrica.

Com a continuidade das apresentações, ao falar sobre o comportamento da corrente elétrica durante a apresentação do grupo G6, o aluno A23, que é componente desse grupo, disse que na associação “em série os resistores devem ser percorridos pela mesma corrente, já em paralelo é o contrário, as intensidades de correntes que percorrem cada resistor são diferentes, basta que os resistores não sejam iguais”. O aluno A15 do grupo G5, durante a apresentação deste grupo, mencionou “a gente percebeu que quanto mais agente adicionava resistores em série, o valor da diferença de potencial diminuía”. Essa afirmação condiz com o que foi concluído após as discussões realizadas durante a apresentação do grupo G2. Essas conclusões são corroboradas pelo aluno A5 durante a apresentação de seu grupo (Grupo G1). Ele destaca, ao falar do funcionamento do *software* que calcula a intensidade da corrente elétrica de associação em série, “aí depois que fizer todo aquele processo da soma, ele vai dividir a tensão pela soma”.

Evidenciou-se que houve convergência de entendimentos dos estudantes sobre associação de resistores em série. Para tanto, as discussões realizadas durante as apresentações, que utilizaram como ponto de partida os erros dos discentes, foram relevantes, pois como afirma Batista (2016, p. 14) ao falar sobre Vigotski, “o aprendizado advém de vários processos internos os quais ganham êxito quando a criança interage com pessoas do seu ambiente ou em cooperação com seus companheiros”. Com isso, as interações que aconteceram durante a realização das atividades experimentais e computacionais persistiram no momento das apresentações.

Quando os grupos abordaram a associação em paralelo fizeram a exposição dos procedimentos adotados nas atividades experimentais e nas construções dos *softwares*. Os procedimentos referentes às atividades experimentais encontram-se no Apêndice F e as computacionais no Apêndice G. Ao relatar o que acontece com os brilhos das lâmpadas em série e em paralelo, o aluno A20 do grupo G5, durante a apresentação desse grupo, afirmou, “quando é em série o brilho é menor, quando é em paralelo o brilho é maior”. O aluno utilizou essa fala quando o grupo estava expondo as análises realizadas sobre as atividades experimentais orientadas pelo Apêndice F. A questão geradora dizia respeito à comparação entre os brilhos de

duas lâmpadas numa associação em paralelo com uma associação de duas em série.

Essas falas foram conectadas com as dos alunos do grupo G1 ao abordarem o comportamento das grandezas corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial. Esse grupo, durante sua apresentação, expressou através do aluno A23 que a corrente elétrica em cada resistor numa associação em paralelo permanece inalterada, a resistência equivalente diminui e a diferença de potencial continua a mesma. Depois que o grupo concluiu a apresentação, o professor pesquisador questionou sobre o que acontece com a corrente total da associação, já que ao adicionar resistores, a corrente em cada um, continua a mesma. A realização desse questionamento por parte do professor pesquisador deu margem à manifestação imediata dos alunos do grupo, os quais se pronunciaram informando que a corrente total aumenta. Isso foi verificado durante a realização das atividades experimentais e é percebido de forma mais fácil através dos *softwares* desenvolvidos pelos alunos. Enfatiza-se que nas situações abordadas os resistores têm os mesmos valores.

As intervenções do professor pesquisador dentro de uma proposta investigativa que contempla a interação social como as relatadas puderam contribuir para que os alunos estabelecessem ligações entre o que foi verificado nas atividades experimentais, construído nas computacionais e socializado durante a apresentação. Essa intervenção se fez necessária, pois conforme Moro (2015, p. 32):

O papel do professor na atividade experimental investigativa, não só em Física, mas nas mais diversas disciplinas, é auxiliar os alunos na busca das explicações, negociar estratégias de soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos, incentivar a criatividade, ou seja, ser um mediador entre o grupo e a tarefa, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso (MORO, 2015, p. 32).

Nesse contexto de interação, apareceu um espaço propício para a aprendizagem do conteúdo, pois como afirma Gaspar (2014, p. 209):

Pode-se adotar, como princípio básico de uma pedagogia de inspiração vigotskiana, que todo conteúdo de ciências humanas, exatas ou biológica pode ser ensinado e aprendido por meio das mais variadas estratégias pedagógicas, desde que elas possibilitem o desencadeamento de interações sociais, da quais participe o professor ou, eventualmente, outro parceiro mais capaz que domine cognitivamente o conteúdo que é o objeto de ensino dessa interação (GASPAR, 2014, p. 209).

A fala do autor corrobora a prática realizada, pois no momento das apresentações dos trabalhos, foram estabelecidas interações capazes de permitir que os grupos que não conseguiram desenvolver os *softwares*, ou desenvolveram com algum erro conceitual, tivessem a oportunidade de verificar qual a estratégia utilizada pelos outros grupos. Complementa-se aferindo que a apresentação contribuiu para que os discentes pudessem estudar o conteúdo associação de resistores, além de aprenderem sobre programação com os colegas. Dessa forma, as apresentações constituíram-se como atividades relevantes para a pesquisa e para o aprendizado dos discentes.

A seção que segue abordará a avaliação das atividades sob o ponto de vista dos discentes.

4.5 Análise e discussão das avaliações dos alunos a respeito das atividades realizadas sobre associação de resistores

As análises apresentadas a seguir são provenientes das respostas dadas pelos alunos ao questionário presente no Apêndice H. Esse apêndice conta com 9 questões. As seis primeiras dizem respeito a informações sobre idade, sexo, endereço, além de equipamentos e locais que os discentes utilizam para acessar internet. As demais tratam das percepções dos alunos sobre a pesquisa realizada.

Ao analisar as respostas dos alunos, chegou-se à conclusão que a maioria dos discentes da turma tem entre 16 e 18 anos, apresenta um número maior de estudantes que acessam internet em casa e a maioria tem notebook.

Ao serem questionados sobre trabalhar com atividades experimentais associadas a computacionais, os alunos responderam à questão de número 6. As respostas a essa questão demonstraram que 22 alunos disseram gostar da experiência e 4 não quiseram opinar. A seguir, na figura 46 são apresentadas as respostas dadas pelos alunos A8, A20 e A10.

Figura 46 – Opiniões dos alunos A8, A20 e A10 sobre as atividades experimentais associadas às computacionais

06. Sua opinião em relação a trabalhar com atividades experimentais associadas a atividades computacionais no ensino de física:

() Não gostei da experiência (X) Gostei da experiência () Nada a declarar

Justifique.

Foi bom, pois foi utilizado o aprendizado das aulas de Programações com a matéria de Física.

um bom método de estudo. Facilita no aprendizado do aluno e além de ajudar na interação dos alunos.

Como cursamos física em informática, foi mais fácil e motivador fazer essas atividades experimentais com o uso dos computadores. Obtivemos grande conhecimento e bons resultados.

Fonte: Alunos A8, A20 e A10.

As respostas apresentadas pelos alunos explicitam a ligação do curso de informática com o formato da proposta das atividades realizadas, inclusive o fato de terem sido realizadas em grupo. Essas percepções destacaram as propostas do projeto como experiências exitosas, à medida que foram adjetivadas pelos discentes como facilitadoras do aprendizado, motivadoras e promotoras de interação entre os discentes. No entanto, um aluno, embora tenha dito que gostou da experiência, escreveu que preferia o estudo dos conteúdos através de práticas pedagógicas tradicionais. Essa resposta do aluno A21 é mostrada na figura 47.

Figura 47 – Opiniões do aluno A21 sobre as atividades experimentais associadas às computacionais

06. Sua opinião em relação a trabalhar com atividades experimentais associadas a atividades computacionais no ensino de física:

() Não gostei da experiência (X) Gostei da experiência () Nada a declarar

Justifique.

A experiência é uma maneira diferente de entender os conteúdos, entretanto, para mim, as disciplinas de Física e outras de exatas, são disciplinas práticas que devem ser estudadas como sempre estudamos, ou seja, na base de exercícios e aula dada em sala de aula.

Fonte: Aluno A21.

Conforme mostra a resposta do aluno, o estudo dos conteúdos de Física e outras disciplinas devem ser realizados, segundo ele, da forma tradicional, na qual o professor explica o conteúdo, propõe e responde exercícios. O aluno frisou que essa é a maneira pela qual prefere aprender. Segundo ele, essas atividades não contribuem para o aprendizado sobre o conteúdo associação de resistores. Essa afirmação está presente na resposta dada ao questionamento sobre contribuição ou não das atividades experimentais integradas as computacionais para o aprendizado do conteúdo estudado. A figura 48 mostra a resposta desse aluno ao questionamento citado.

Figura 48 – Opinião do aluno A21 sobre possível contribuição das atividades realizadas para o aprendizado sobre o conteúdo associação de resistores

07. O uso de atividades experimentais integradas a atividades computacionais contribuem para o aprendizado do conteúdo "Associação de Resistores":

() Sim (X) Não

Justifique.

Embora, seja um método inovador e forma diferente para a explicação do conteúdo, o método que aprendo e absorvo os conteúdos são os monitores e ultrapassados, isto é, vendo e assistindo aula. A aula em sala é, para mim, melhor para entender o conteúdo.

Fonte: Aluno A21.

A resposta menciona que a prática utilizada é inovadora, no entanto não contribuiu para que o aluno chegasse a adquirir o conhecimento sobre o conteúdo associação de resistores. Ele enfatizou sua preferência em relação ao ensino tradicional como a melhor opção de ensino para conseguir chegar ao aprendizado sobre o conteúdo. O aluno também destacou que não tem interesse em estudar outros conteúdos utilizando essa prática. A figura 49 traz a resposta dada pelo aluno ao questionamento 8 que versa sobre o interesse de estudar outros conteúdos utilizando atividades experimentais aliadas a computacionais.

Figura 49 – Opinião do aluno A21 sobre a possibilidade de estudar outros conteúdos através de atividades experimentais associadas a computacionais

08. Você gostaria de estudar outros conteúdos utilizando a associação de atividades experimentais com atividades computacionais.

() Sim (X) Não

Justifique.

Como já supracitado, o método que entendo e acho
melhor um conteúdo é o (tradicional) usando e assistindo aula.

Fonte: Aluno A21.

A resposta demonstra uma preferência do referido aluno por atividades que privilegiem o ensino tradicional. Para Gaspar (2014), a preferência por esse ensino foi observada em relação a cientistas que desenvolveram teorias nas três primeiras décadas do século XX que deram enorme contribuição para o desenvolvimento de novas tecnologias. O autor Gaspar (2014, p.17) afirma, ao se referir as conquistas provenientes do desenvolvimento tecnológico, que “[...] todas essas conquistas foram atribuídas ao trabalho de centenas de cientistas que, afirmava-se, aprender o que sabiam frequentando escolas em que se adotava o ensino tradicional”.

Como se pode deduzir, essa preferência pelo ensino tradicional não é exclusividade de docentes. Nos dias atuais, esse ensino é solicitado por alunos que experimentam outras formas de ensino. Esse fato deve ser observado, assim como a avaliação realizada pelos outros alunos que participaram desta pesquisa. As falas destes inclinam-se para que as atividades experimentais aliadas às atividades computacionais podem contribuir para o aprendizado do conteúdo “associação de

resistores". A Figura 50 apresenta as respostas dos alunos A5, A11, A10, A6, ao questionamento sobre essa possível contribuição.

Figura 50 – Opiniões dos alunos A5, A11, A10 e A6 sobre possível contribuição das atividades realizadas para o aprendizado do conteúdo associação de resistores

07. O uso de atividades experimentais integradas a atividades computacionais contribuem para o aprendizado do conteúdo "Associação de Resistores":

☒ Sim () Não

Justifique.

Contribuem, pois para a realização das atividades computacionais é preciso estudar o conteúdo e assim a cada etapa do software seu conhecimento aumenta.

Sim, pois usando nossos conhecimentos em computação, traz para nossa linguagem um conteúdo que poderia não ser entendido.

Através do trabalho feito, não usamos ~~(entendemos)~~ entendemos associação de resistores, como também aplicamos esse conhecimento em outros áreas.

Porque permite que o assunto seja visto e praticado, dentro do ambiente escolar, melhorando o aprendizado.

Fonte: Alunos A5, A11, A10 e A6.

Os alunos avaliaram que ocorreu o aprendizado do conteúdo associação de resistores através das atividades que compõem esse projeto. O aluno A10 chama a atenção que a realização das atividades computacionais incentiva os alunos a estudarem sobre o conteúdo. Segundo ele, esse estudo é constante enquanto estão sendo desenvolvidas essas atividades. O aluno A5, por sua vez, traz o conhecimento sobre computação como algo inerente a realidade deles. Ele destaca que dentro dessa realidade o conteúdo passa a ser entendido. O aluno A11 ratifica que houve aprendizado sobre o conteúdo estudado e esse aprendizado foi utilizado inclusive na área técnica de informática.

É possível observar nas respostas apresentadas aos questionamentos 6 e 7 que os discentes se sentiram motivados a desenvolverem as atividades propostas. Ao considerar sua faixa etária, a motivação foi um fator importante impulsionada por fatores inerentes a suas realidades. Segundo Suecker (2016, p. 64):

Para os docentes, a motivação para aprender do nativo digital está relacionada ao interesse, em conteúdos com significado e contextualizados com a realidade, ou seja, assuntos que não tenham sentido ou alguma relação com o cotidiano são desinteressantes para eles (SUECKER, 2016, p. 64).

É importante ressaltar que os alunos participantes são do curso técnico de informática, assim, a associação das atividades experimentais às atividades computacionais foi considerada relevante, conforme respostas emitidas pelos discentes como relevantes, a exemplo da resposta do aluno A6. Este aluno confirmou que foi alcançado aprendizado quando foram aliadas teoria e prática. Esse reflexo é visto quando a maioria dos discentes expressou que gostaria de estudar outros conteúdos utilizando essas atividades. O total de vinte alunos disse ter esse interesse. A Figura 51 apresenta as justificativas dos alunos A6, A8, A23.

Figura 51 – Opinião dos alunos A6, A8 e A23 sobre a possibilidade de estudar outros conteúdos através de atividades experimentais associadas a computacionais

08. Você gostaria de estudar outros conteúdos utilizando a associação de atividades experimentais com atividades computacionais.

(X) Sim () Não

Justifique.

Para melhorar o aprendizado, e o relacionamento na sala de aula, e melhorar a interação entre os alunos.

Porém com as atividades você se concentra mais e consegue aprender as duas matérias ao mesmo tempo.

Porém compreender o assunto é melhor, mas a parte computacional se torna complicada em algumas situações.

Fonte: Alunos A6, A8 e A23.

A resposta do aluno A6 enfatiza o fato das atividades terem sido realizadas em grupo. Segundo ele, esse formato propicia socialização, melhora o relacionamento e promove aprendizado. Os autores Svinicki e McKeachie (2013, p. 203 e 204) reforçam a afirmação do aluno ao falarem que “as estruturas da aprendizagem em grupo, como a célula de aprendizagem que reduz a chance de um participante ser apenas um recipiente passivo de conteúdos, podem ser muito úteis para a motivação e o aprendizado”.

O discente A8 credita a concentração como proporcionadora do aprendizado dos alunos. O aluno A23 diz que, através dessas atividades, foi possível entender o conteúdo, no entanto, cita que as atividades computacionais apresentaram um grau de dificuldade maior para serem executadas. Essa dificuldade fica evidente nas respostas dadas pelos alunos ao questionamento de número 9. Através deste questionamento pretendeu-se saber dos discentes se enfrentaram dificuldades na realização das atividades. As respostas demonstraram que 14 disseram não ter encontrado dificuldade e 12 expressaram que enfrentaram dificuldades durante as atividades. A Figura 52 apresenta as respostas dos alunos A19, A20 e A24 quando interrogados se encontraram dificuldades no desenvolvimento das atividades.

Figura 52 – Dificuldades enfrentadas pelos discentes A19, A20 e A24 durante a realização das atividades

09. Você encontrou dificuldade(s) durante a realização das atividades desenvolvidas?

☒ Sim () Não

Se sim, qual (is)?

O desenvolvimento do Software

parte da programação

porque deve ter acompanhamento profissional e especialista na área

Fonte: Alunos A19, A20 e A24.

As respostas dos discentes indicam que eles tiveram dificuldades para desenvolverem os *softwares*. Tais dificuldades, segundo eles, perpassaram pelo

envolvimento dos componentes dos grupos no momento de desenvolverem os *softwares*, distinção entre associações em série e paralelo e na criação dos algoritmos. As respostas dos alunos A10 e A11 mostradas na Figura 53 ilustram as dificuldades.

Figura 53 – Dificuldades enfrentadas pelos discentes A10 e A11 durante a realização das atividades

09. Você encontrou dificuldade(s) durante a realização das atividades desenvolvidas?

☒ Sim () Não

Se sim, qual (is)?

A falta de interesse de alguns componentes e o falta de comunicação do Grupo

Em algum momento, confundi o conexão em série com o em paralelo. E também na criação de variáveis para o software.

Fonte: Alunos A10 e A11.

As dificuldades apontadas pelos discentes expõem as limitações da condução dos trabalhos por parte do professor pesquisador. Para Menezes e Nobre (2002), a promoção de colaboração e cooperação entre alunos, discernir suas aptidões, dentre outras, podem ser consideradas dificuldades dos docentes durante condução de atividades. Embora ocorram, o papel do professor como orientador deve se fazer presente em todas as etapas das atividades, buscando superá-las e, assim, auxiliar os alunos na construção do conhecimento. Enfatiza-se que essas dificuldades não foram vistas pelos discentes como algo que pudesse desmotivá-los.

As respostas dos alunos ao questionário são direcionadas à motivação perante as atividades desenvolvidas. Isto porque para o desenvolvimento das atividades foram usados computadores (instrumentos familiares aos discentes) ou a realização destas atividades em grupo, de maneira que, mesmo diante das dificuldades externadas pelos alunos, houve o empenho dos discentes para a construção do conhecimento acerca do conteúdo estudado. Gaspar (2014) chama a atenção que para aprender o aluno precisa querer aprender. Com isso, o ato de aliar

atividades experimentais e computacionais para o estudo do conteúdo associação de resistores foi avaliado positivamente pelos alunos.

Acerca das atividades e resultados alcançados, o Quadro 3 a seguir traz informações sobre a perspectiva de avaliação das atividades por parte do professor pesquisador.

Quadro 3 – Avaliação do professor pesquisador sobre a realização das atividades experimentais e computacionais sobre associação de resistores.

Atividade desenvolvida	Objetivo	Resultados alcançados
Análise do questionário inicial	Averiguar conhecimentos prévios dos alunos a respeito de associação de resistores	Foi verificada a necessidade de estudo preliminar sobre corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial.
Desenvolvimento das atividades experimentais	Desenvolver atividades experimentais sobre associação de resistores em série e paralelo	Observou-se colaboração entre os componentes dos grupos, Interação aluno x aluno e professor x aluno durante as atividades, além de aprendizado.
Desenvolvimento das atividades computacionais	Desenvolver e utilizar <i>softwares</i> sobre associação de resistores em série e paralelo	Percebeu-se a possibilidade de aliar atividades experimentais, algumas dificuldades para desenvolvimento dos <i>softwares</i> , motivação, interação e aprendizado.
Apresentação das atividades	Socializar resultados das atividades desenvolvidas	Observou-se socialização, esclarecimento de dúvidas sobre as atividades e conteúdos e aprendizagem.
Questionário de percepção	Analisar as percepções dos alunos diante da utilização de atividades experimentais aliadas às computacionais no ensino de associação de resistores	Percebeu-se que um aluno prefere atividades da maneira tradicional em detrimento da metodologia adotada, motivação por parte da maioria da turma, alunos sinalizaram que encontraram dificuldades nas atividades computacionais, êxito no desenvolvimento de quase todas as atividades.

Fonte: O autor.

O desenvolvimento da prática contou com desafios, dificuldades, interações, motivação e superações. A análise das respostas dos discentes ao questionário inicial levaram a interpretação de que a maior parte ainda não apresentava conhecimento sobre corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial. Não apresentavam conhecimentos conceituais nem faziam relação entre as grandezas e unidades de medidas. A maioria deles também não tinha conhecimento sobre instrumento de medida utilizado para cada grandeza.

Partindo dessa realidade, o desenvolvimento das atividades experimentais e computacionais foram realizadas de forma a propiciar interação entre os componentes dos grupos e entre os grupos e o professor pesquisador. Essas atividades foram usadas para o estudo do conteúdo “associação de resistores”. O conteúdo foi subdividido em associação de resistores em série e em paralelo. Para cada subdivisão do conteúdo foi utilizada uma atividade experimental e uma atividade computacional.

Em consonância com o exposto, as atividades experimentais foram realizadas em dois encontros. O primeiro encontro para estudo de associação de resistores em série e o segundo para estudo de associação de resistores em paralelo. As atividades computacionais contaram com dois encontros que o professor estava presente e encontros extras dos alunos. No entanto, destaca-se que tanto no estudo do conteúdo associação de resistores em série quanto da associação de resistores em paralelo, as atividades experimentais precederam as computacionais. Tal organização, que contempla a prática pedagógica iniciando com as atividades experimentais está em observância com o que os autores Ulbrich *et al.* (2013, p. 2) expõem ao falarem que:

[...] para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (ULBRICH *et al.*, 2013, p. 2).

Através dessas atividades os discentes puderam manusear instrumentos de medidas e materiais na construção das associações de resistores. Além disso, realizaram medições, observaram e discutiram os processos e resultados. Para isso, contaram com roteiros das atividades e a participação do professor pesquisador

como mediador. Sobre a importância da participação do professor, Gaspar (2014, p. 214) afirma:

[...] a colaboração do professor não é essencial apenas para que o aluno aprenda o conteúdo de Física, mas para que conheça o modo como se realiza a prática experimental dessa disciplina, o que pode dar a ele uma visão inicial do que se poderia chamar de método científico (GASPAR, 2014, p. 214).

Cogita-se assim que a colaboração do professor pesquisador foi considerada importante para o desenvolvimento das atividades experimentais, e que as discussões geradas pelos grupos contribuíram para que os discentes pudessem relacionar o conteúdo com situações vivenciadas no cotidiano. Essa relação foi possível ao ombrear as associações das lâmpadas com circuitos elétricos residenciais. Para exemplificar, cita-se a comparação realizada entre associações das lâmpadas em paralelo com os circuitos residências contendo lâmpadas e diversos aparelhos elétricos e eletrônicos. Os discentes perceberam que tanto as associações de lâmpadas em paralelo, montadas por eles, como as lâmpadas e aparelhos do circuito elétrico da instituição de ensino que foi realizada a pesquisa estavam submetidos ao mesmo valor de diferença de potencial. Os alunos puderam estender esse entendimento para os circuitos elétricos de suas residências.

Menciona-se que foram encontradas dificuldades pelo professor pesquisador na condução das atividades experimentais. Dentre elas, o acompanhamento das aferições das medidas da corrente elétrica, pois o professor deve estar junto aos grupos nesse momento por questão de segurança. Com isso, o tempo estabelecido não foi suficiente para atender a todos os grupos, sendo necessária a utilização de alguns minutos da aula seguinte de outro professor.

As atividades computacionais pensadas considerando o perfil dos estudantes, alunos do curso de informática, foram realizadas por meio da construção de *softwares*. Durante a realização das atividades, foram observadas algumas dificuldades de execução por parte de alguns grupos. As dificuldades perpassaram por conhecimento de conceitos do conteúdo “associação de resistores”, já que a elaboração dos programas exigia conhecimento do conteúdo, pela falta de domínio das linguagens de programação e pelo tímido envolvimento de alguns alunos. Essas dificuldades foram superadas, tendo em conta que os grupos puderam aliar as

atividades experimentais às computacionais sob mediação do professor pesquisador.

Essas atividades se revelaram desafiadoras para o professor pesquisador, haja vista que ele não tem conhecimento técnico sobre programação. De certo, essa limitação relativizou a participação do docente, que em alguns momentos poderia ter contribuído mais como mediador das atividades. No entanto, esse desafio oportunizou uma prática motivadora para o professor. Levando em conta que sua participação se fez necessária em momentos considerados decisivos para o bom desenvolvimento das atividades. Dentre esses momentos, pôde-se enfatizar o início da construção dos *softwares* pelos alunos. Esse momento ensejou a potencialidade da utilização de uma ferramenta que faz parte do cotidiano dos discentes, o computador. No que tange a utilização dessa ferramenta tecnológica, podem acontecer de diversas maneiras no contexto escolar. A esse respeito, Valente (2008, p.3), expõe que:

As inovações tecnológicas, inseridas no contexto educacional, não somente visando o aluno, mas também o professor que poderá se atualizar através de inovações e outras ideias que poderão aparecer no decorrer do tempo, ele terá novas expectativas: como incentivar a pesquisa em rede, buscar interações com intercâmbio com outras matérias (multidisciplinaridade), especulando a curiosidade dos alunos e a interação com os colegas criará uma dinâmica que sairá do enfatizado modelo arcaico de pedagogia retórica, mas os alunos uma vez incentivados poderão prosseguir no assunto em suas casas (VALENTE, 2008, p. 3).

Para além da motivação propiciada pelo fato dos alunos usarem materiais que fazem parte dos seus cotidianos, o desenvolvimento, em grupos das atividades investigativas contribuíram para um maior envolvimento, pois como afirma Svinicki e Mckeachie (2015, p. 204) “na aprendizagem em grupo, o papel do aluno bem sucedido é questionar, explicar, expressar opiniões, admitir confusão e revelar equívocos”. Esses passos foram verificados durante a realização das atividades experimentais e computacionais e intensificados durante as apresentações dos trabalhos pelos grupos.

Isto posto, a realização das práticas computacionais depois das experimentais foi importante para que pudesse ser desencadeada uma aliança entre as mesmas. O perfil dos discentes ajudou a dinamizar uma prática capaz de problematizar os resultados experimentais durante o desenvolvimento das atividades computacionais,

tendo em vista que para o desenvolvimento dos *softwares* os discentes precisariam ter conhecimento sobre o conteúdo estudado nas atividades experimentais.

No momento das apresentações, notabilizou-se a aliança entre as atividades experimentais e computacionais. Isso se tornou perceptível à proporção que os grupos apresentavam os resultados das atividades. Para exemplificar, cita-se que um dos grupos desenvolveu um *software* que calculava a corrente elétrica dividindo a resistência equivalente pela diferença de potencial quando segundo Tipler e Mosca (2015) deveria ser o inverso. Imediatamente após a apresentação do grupo, o professor pesquisador interrogou sobre o procedimento que deve ser usado para cálculo da corrente elétrica. Em resposta à intervenção do professor, o próprio grupo identificou e corrigiu o erro do *software*.

Portanto, o momento de apresentações dos trabalhos traduziu-se num espaço para socialização, propício ao aprendizado sobre o conteúdo estudado, isso foi possível devido às intervenções e discussões realizadas. Essas intervenções dizem respeito tanto a falas do professor pesquisador quando a dos alunos.

As respostas ao questionário de percepção trouxeram uma avaliação dos discentes direcionada para o interesse em participar de atividades do formato das que foram realizadas nesse projeto. Várias respostas indicaram a satisfação em participar de atividades em grupo, outras, em menor número, frisaram o incômodo por alguns alunos não se envolverem nas atividades como eles desejavam.

Houve o destaque por parte de alguns alunos que as atividades desenvolvidas oportunizaram aprendizado sobre o conteúdo associação de resistores. A esse respeito, Fazenda (2006), afirma que quando existe disposição das pessoas, as disciplinas podem dialogar. Com isso, destacaram que usaram os conhecimentos de informática a serviço da construção do conhecimento de conteúdos de outra disciplina, no caso a Física. Os conhecimentos do conteúdo de Física (associação de resistores) também se transformaram em pressupostos para a construção dos *softwares*.

Em vista disso, o professor pesquisador considerou que as atividades foram importantes para o estudo do conteúdo associação de resistores. O desenvolvimento delas apreciou aliança entre atividades experimentais e computacionais valorizando as implicações da interação na investigação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca de estratégias para o ensino de Física, em meio a dificuldades enfrentadas por professores e alunos durante os processos de ensino e de aprendizagem desse componente curricular, se faz necessária nas escolas. Com isso, a pesquisa da própria prática docente deve estar presente nas salas de aulas. Nesse viés, o problema dessa pesquisa foi postulado em como utilizar atividades experimentais aliadas a construção de *softwares* para o ensino de “associação de resistores” em uma turma de terceiro ano do curso técnico de Informática integrado ao ensino médio do IFMA – SRM.

Ao considerar que os alunos desse curso, ao chegarem ao terceiro ano, têm conhecimento sobre produção de *softwares*, sistematizou-se a aliança entre atividades experimentais e computacionais para o estudo do conteúdo. Enfatiza-se que o formato dessa aliança foi uma característica peculiar dessa pesquisa, tendo em vista que os alunos construíram *softwares* que utilizaram nas simulações realizadas. Os momentos em que os alunos utilizaram os *softwares* serviram inclusive para que estes fossem testados e até mesmo modificados. Esta é uma das características que diferencia esta pesquisa de outros trabalhos realizados. Os outros trabalhos observados, que associam atividades experimentais e computacionais, utilizaram *softwares* já existentes.

A singularidade mencionada oportunizou um acompanhamento, por parte do docente, do avanço dos conhecimentos dos discentes ao passo em que eles forneciam as informações ao computador por meio dos algoritmos que iam desenvolvendo. Nessa fase das atividades eles recorriam ao que tinham estudado durante as atividades experimentais. Nesse contexto, as interações aconteciam colocando em discussão tanto os conhecimentos técnicos de informática como os sobre o conteúdo de Física que estavam estudando.

A utilização de atividades experimentais aliadas às computacionais fizeram-se presentes durante o desenvolvimento da pesquisa. Os resultados dessa aliança traduziram-se como possibilidades motivacionais para os discentes nos seus processos de estudos. Segundo o aluno A8 “[...] com o estudo e criação dos programas você acaba entendendo melhor o assunto de Física e se afastando um pouco do caderno e lápis”. O aluno A22 reforçou afirmando que “com esse tipo de atividade os alunos se interessam mais, assim pegam mais o assunto”. Foi verificado desta maneira que o desenvolvimento das atividades em grupo proporcionou motivação e contribuiu para a participação ativa dos discentes.

Para escolha desse formato de desenvolvimento das atividades que proporcionou envolvimento dos alunos nas atividades e sugeriu aprendizado sobre o conteúdo, foi considerada a particularidade da turma. Pelo fato da turma ser de informática, está previsto neste curso o estudo de linguagens de programação, decidiu-se propor atividades computacionais com a construção de *softwares*. Essa se tornou uma questão relevante, pois como afirmou o aluno A12, “[...] ao mesmo tempo em que estudamos os assuntos ainda praticamos outras matérias ensinadas no curso”. Dessa forma, foram realizadas as atividades computacionais que levaram em consideração as atividades experimentais. Cada atividade experimental precedia uma computacional a ela correspondente.

Registra-se que os alunos contaram com um roteiro para desenvolverem as atividades. Estas foram de cunho investigativo, nas quais os discentes reunidos em grupos montaram experimentos, desenvolveram e testaram *softwares*, além de realizarem discussões. Através destas, eles estabeleceram as relações existentes entre as grandezas, corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial. Eles puderam socializar as conclusões a que chegaram através das respostas do questionário de percepção, dos programas desenvolvidos e da apresentação.

Evidenciou-se com isso que se alcançou o objetivo geral da pesquisa que foi investigar como usar atividades experimentais aliadas à construção de *softwares* no ensino de associação de resistores numa turma de terceiro ano do curso de Informática integrado ao Ensino Médio no IFMA-SRM.

No que tange aos objetivos específicos, foi alcançado o primeiro que procurou averiguar os conhecimentos prévios dos discentes sobre os pressupostos para que pudesse ser estudado o conteúdo “associação de resistores”. Através da análise das

respostas dos alunos ao questionário inicial verificou-se que a minoria demonstrou conhecimento necessário sobre corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial para que pudesse ser iniciado o estudo do conteúdo programado. Para exemplificar essa situação pôde ser utilizada a resposta do aluno A9 ao dizer que a unidade de medida de corrente elétrica é o Watt. Essa confusão sobre as unidades de medidas das grandezas se repetiu nas respostas de outros discentes. O aluno A18 conceituou corrente elétrica como “a energia que os elétrons produzem de acordo com sua intensidade” e disse que o instrumento utilizado para medir a corrente elétrica é o voltímetro. Essas respostas que são representativas das fornecidas pela maioria dos alunos não estão de acordo com o que é estabelecido cientificamente. Com esse entendimento, foi realizado um planejamento que contou com a intervenção do professor pesquisador logo no segundo encontro. A intervenção configurou-se de orientações realizadas pelo professor durante as pesquisas que os discentes estavam realizando. Para a realização das pesquisas, os alunos utilizaram livros e computadores conectados a internet.

O segundo e terceiro objetivos, que eram, respectivamente, desenvolver atividades experimentais que contemplassem uma proposta metodológica de ensino sobre associação de resistores e utilizar produção de *softwares* como ferramenta pedagógica no ensino de associação de resistores foram alcançados quando os discentes reunidos em grupos fizeram as montagens das associações de resistores e produziram os programas. Para o desenvolvimento dos *softwares*, os alunos utilizaram os conhecimentos proporcionados pelas atividades experimentais. Com isso, ao passarem para as atividades computacionais, ampliaram também a utilização de instrumentos no estudo do conteúdo. Isso foi relevante, pois como afirma Moreira (1999, p. 109) “quanto mais instrumentos ele vai aprendendo a usar, tanto mais se amplia, de modo quase ilimitado, a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções psicológicas”.

Dessa maneira, enquanto eles executavam as ações, tanto das atividades experimentais quanto das computacionais, respondiam a alguns questionamentos. As respostas aos questionamentos podem inferir que as interações promovidas pelas atividades sugerem aprendizado por parte dos discentes. Os códigos criados e suas falas durante o processo, contribuíram para a percepção de uma possível aprendizagem dos alunos.

O quarto objetivo específico foi analisar as percepções dos alunos sobre a utilização de atividades experimentais e computacionais para o estudo do conteúdo “associação de resistores”. Este foi alcançado com as análises das respostas dos alunos ao questionário de percepção. Os resultados observados através das respostas analisadas demonstraram que os discentes se sentiram motivados durante a realização das atividades. Segundo eles, estas contribuíram para o aprendizado do conteúdo. A esse respeito, o discente A1 disse que a realização dessas atividades, “mostra a teoria de uma forma diferente e incentiva o estudo”. O aluno A3 gostou da experiência e afirmou “consegui a melhor visualização de como tudo acontece e visualizei tudo de perto”. Já o discente A5 afirmou querer estudar outros assuntos nesse formato e justificou: “[...] o modo utilizado facilitou a minha aprendizagem em relação aos conteúdos”. Diante disso, avalia-se que para os discentes a condução das atividades incentivou o estudo do conteúdo e permitiu a criação de possibilidades para o aprendizado.

Torna-se importante citar que dentre os alunos que participaram da pesquisa, um disse ter gostado da experiência, mas não tem preferência em estudar outros conteúdos utilizando atividades experimentais aliadas a atividades computacionais. O aluno explicitou gostar da forma tradicional que os conteúdos são estudados.

Os discentes também relataram dificuldades durante o desenvolvimento das atividades. As maiores, mencionadas por eles, diziam respeito à produção dos *softwares*. Para contornar as dificuldades, os grupos marcaram reuniões extras para trabalharem nas atividades computacionais e com isso terem mais tempo para se dedicarem a elas. Contudo, mesmo com esses momentos extras quatro grupos não conseguiram construir os *softwares* que calculassem a resistência equivalente de $n \leq 1000$ resistores. Além disso, dois dos seis grupos construíram um *software* que relaciona corrente elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial que não estava funcionando adequadamente. Os grupos fizeram as alterações e corrigiram as inconsistências do *software* no momento da apresentação. As inconsistências eram referentes ao cálculo da corrente elétrica.

As dificuldades não foram exclusividade dos discentes, o docente também encontrou dificuldades durante as atividades. No desenvolvimento das experimentais, os discentes necessitavam constantemente da presença do professor, como eram muitos grupos, os alunos tinham que esperar enquanto o professor atendia a outros. Isso aconteceu principalmente quando os grupos

estavam medindo a corrente elétrica. Como nesse momento a associação estava ligada na tomada, por questão de segurança, os grupos foram orientados a efetuarem as medições com a presença do professor. Isso demandou certa correria para o desenvolvimento dessas atividades. No que diz respeito às computacionais, as dificuldades eram sobre as linguagens de programação. Como o professor não tem conhecimento aprofundado sobre programação, sua participação durante a construção dos *softwares* ficou limitada. No entanto, esse momento proporcionou aprendizado sobre programação ao professor, tendo em vista que a interação com os discentes propiciou que o docente observasse e entendesse como ocorre a representação das equações durante o processo de programação.

Por meio da observação dessas dificuldades, sugere-se que no desenvolvimento de atividades como essas, as experimentais sejam realizadas com uma quantidade menor de grupos por encontro, e as computacionais contem com um professor da área de informática durante a execução.

Com a conclusão da pesquisa, estima-se que propostas de ensino que utilizem a aliança entre atividades experimentais e computacionais possam contribuir para o aprendizado dos alunos. Abordar essas atividades numa perspectiva que contemple as particularidades dos alunos envolvidos possivelmente incentivará os discentes a participarem motivados das atividades.

Com isso, espera-se que essa pesquisa possa contribuir como subsídio para que outros docentes utilizem atividades experimentais aliadas a computacionais aproveitando-se das especificidades de suas turmas, a exemplo da que participou da pesquisa apresentada. A turma participante dessa pesquisa desenvolveu atividades que contemplaram sua realidade, pois no caso específico foram utilizados computadores e produção de *softwares* aliados às atividades experimentais.

Embora alguns alunos tenham demonstrado as dificuldades mencionadas, avalia-se que a experiência foi exitosa ao envolver os discentes e motivá-los durante todo o processo, demonstrando-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Essa prática representou uma experiência singular da vida docente do professor pesquisador. Diante dos desafios enfrentados no ensino de Física a oportunidade da pesquisa da própria prática de sala de aula possibilitou a contemplação de uma estratégia de ensino capaz de motivar a busca pela experimentação. Mediar a produção dos *softwares* pelos discentes e ver os mesmos aliando as atividades experimentais e computacionais serviu de estímulo para a

realização dessas atividades, nesse formato, com outras turmas. Além disso, ver os alunos motivados, desenvolvendo as atividades proporciona a sensação de estar contribuindo para o ensino de um componente curricular que é visto com aversão por muitos alunos.

Acredita-se que o estudo de conteúdos de outras disciplinas como a matemática, química, biologia, por uma turma em que os alunos tenham conhecimentos sobre programação, pode ser realizado com a utilização de atividades experimentais aliadas a construção e utilização de *softwares*.

Conclui-se que a utilização de atividades experimentais aliadas a atividades computacionais se demonstra relevante nos processos de ensino e de aprendizagem quando trabalhada numa visão de valorização do desenvolvimento do discente através da interação. A esse respeito, Batista (2016, p. 14) diz que “quando a criança está em fase de desenvolvimento, interage com parceiros mais experientes que orientarão o desenvolvimento deste jovem”. Assim, o aluno é considerado como sujeito nesses processos e o professor atua como mediador. Nesse contexto, é oportunizada condição propícia ao desenvolvimento cognitivo dos alunos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. **Informática e Formação de Professores**. Série de estudos – Educação a Distância. Brasília: MEC. V.1 e 2, 2000.

ALVES, W. P. **Lógica de Programação de Computadores**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2010.

ARAÚJO, M. S.; ABIB, M. L. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, junho. 2003.

BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções**. Revista Ciência & Educação, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014

BATISTA, D. C. **Uma proposta para ensinar efeito fotoelétrico no ensino médio**. 2016. 62 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Ensino de Física), do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UTFPR, Campo Mourão, 2016.

BRASIL, Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Brasília, 2006.

CAMPOS, M.C.C; NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

CASTRO, F. E. de. **Análise do Discurso Publicitário: Marketing E Publicidade e Gestão do Conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento). 44 f. 2012. Faculdade de Ciências Empresariais, Universidade FUMEC. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/sigc/article/viewFile/1477/958>. Acesso em 05 maio 2019.

COLE, M. et. al(Org.). **A formação Social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos Superiores** – L.S.Vigotski. Trad. José Cipola neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. Ed. Campinas: Autores Associados, 1996.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 25, 1, 259-272. 2003.

FAZENDA, Ivani (org.). **Interdisciplinaridade: qual o sentido?** 2. Ed. São Paulo: Paulus, 2006.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, Editora Atlas, 2002.

GIL, A.C. **Estudo de Caso: Fundamentação científica, subsídios para coleta de dados, como redigir relatório**. São Paulo: Atlas, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K.S. **Física 3**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio**. 2011, 135f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

IBGE. **Educação**. São Raimundo das Mangabeiras, 2017. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-raimundo-das-mangabeiras/panorama>>. Acesso em 27/11/2017 22h14min.

LABURÚ, C. E. **Fundamentos para um experimento cativante**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez. 2006.

LOIZOS, P.. **Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa**. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (orgs). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002, p. 137-155.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência – O futuro do pensamento na era da informática**. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 2010.

LUDKE M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 2012.

MENEZES, C.; NOBRE, I. **Suporte à cooperação em um ambiente de aprendizagem para programação (SambA).** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 13., 2002, São Leopoldo. Anais ... São Leopoldo: UNISINOS, 2002.

MORO, F.T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.** 2015. 156 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado), Programa de Mestrado Em Ensino de Ciências Exatas, UNIVATES, Lajeado, 2015.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva.** 3. Ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica.** 3 eletromagnetismo. São Paulo: Edgard Blücher. 2. ed., 2015.

PUGA, S.; RISSETTI, G. **Lógica de Programação e Estrutura de Dados – com aplicações em Java.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

REGO, T. C. Vygotsky: **Uma perspectiva Histórico-Cultural da Educação.** 20ª ed. Rio de Janeiro: Petrópolis: Editora Vozes. 2009.

RODRIGUES. J. J. V. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética.** 2016. 171 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado), Programa de Mestrado Em Ensino de Ciências Exatas, UNIVATES, Lajeado, 2016.

SANTOS, E. I.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada.** Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 9, Jaboticatubas, 2004. *Anais...* Minas Gerais: SBF, 2004.

SANTOS, M. B. F. dos; BORGES, M. K. **Alterações no cotidiano escolar decorrentes da implantação de laptops educacionais.** Revista E-Curriculum, São Paulo, v. 4, n. 2, jun 2009.

SIAS, D.B. **Aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física térmica do ensino médio.** 2006, 199f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SILVA, J. R.; GERMANO, J.S.E.; MARIANO, R. S. **SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física**. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.33, n.1, p. 1501-1508, 2011

SUECKER, S. K. **A motivação para aprender do nativo digital pela perspectiva de professores, alunos e da neurociência**. 2016, 120f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SVINICKI, M.; MCKEACHIE, W.J. **Dicas de ensino: estratégias, pesquisa e teoria para professores universitários**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros, Volume 2: Eletricidade e Magnetismo, óptica**. Trad. e Ver. Naira Maria Balzaretto. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

ULBRICH, K. de F.; MARCH, M. L. G. de; LAWALL, Ivani T.; ROCHA, Carlos R. da. **Laboratório de Demonstração e Ensino de Física – LABDEF**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/atas/listaresumos.htm>>. Acessado em: 22/03/2019.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na Educação**. In: **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. São Paulo: Gráfica Central da Unicamp, 2008.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Trad. Jefferson Luiz Camargo. Rev. José Cipolla Neto. 4. Ed. São Paulo: Martins Fontes, [1987] 2008.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Trad. Cristhian Mateus Herrera. 5. Ed. Porto Alegre. Bookman, 2015.

ZOMPERO, A. F; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: https://tst01.lcc.ufmg.br/backup_fae/seer/index.php/ensaio/article/view/309/715. Acesso em 12 nov. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de concordância da direção da instituição de ensino

Ao senhor Diretor Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, campus São Raimundo das Mangabeiras:

Eu, Roberto Kennedy Cardoso, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de uma atividade referente à minha pesquisa de mestrado intitulada: “**Atividades experimentais aliadas a construção e aplicação de softwares no ensino de Física: Um estudo sobre associação de resistores**”, tendo como objetivo geral: Investigar as implicações do uso de atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares como estratégia metodológica no ensino de associação de resistores numa turma de terceiro ano do curso de informática integrado ao ensino médio no IFMA-SRM.

As coletas de dados serão realizadas através de aplicação de questionário, por meio de observações, filmagens e fotografias. O nome da escola poderá ser utilizado em publicações. Desde já, agradecemos a disponibilização, visto que a prática poderá contribuir na busca de estratégias e de ferramentas de ensino de Física. Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa e o uso do nome do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus São Raimundo das Mangabeiras em publicações na área da educação.

São Raimundo das Mangabeiras, _____ de _____ de 2018.

Direção Geral – IFMA – São Raimundo das Mangabeiras

Roberto Kennedy Cardoso

Mestrando em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

APÊNDICE B – Termo de consentimento livre esclarecido

Fui convidado(a) como voluntário(a) a consentir que meu(minha) filho(a) participe da pesquisa: **“Atividades experimentais aliadas a construção e aplicação de softwares no ensino de Física: Um estudo sobre associação de resistores”**, sob a responsabilidade do pesquisador Roberto Kennedy Cardoso e sob orientação do professor Dr. Italo Gabriel Neide. Os objetivos deste trabalho são: a) Averiguar conhecimentos prévios dos alunos a respeito de associação de resistores; b) Desenvolver atividades experimentais e produtos educacionais que contemplem uma proposta metodológica de ensino sobre associação de resistores; c) Utilizar produção de softwares como ferramenta pedagógica no ensino de associação de resistores; d) Analisar as percepções dos alunos diante da utilização de atividades experimentais aliadas às computacionais no ensino de associação de resistores.

Os dados da pesquisa advindos das imagens, falas, materiais escritos e registros fotográficos serão utilizados para atingir os objetivos do presente trabalho e serão guardados em local seguro na Universidade do Vale do Taquari. O acesso ao material coletado será de uso exclusivo da equipe de pesquisa (orientador e orientando), sob hipótese alguma será feito uso comercial ou indevido das imagens e materiais escritos.

As informações provenientes da análise das gravações de áudio, das imagens e do material produzidos pelos participantes poderão ser utilizadas pelos pesquisadores em publicações em eventos e periódicos científicos de cunho regional, nacional e internacional e ficarão disponíveis aos sujeitos e à instituição em qualquer tempo.

Desta forma, este documento que hora lhe é entregue, representa o compromisso ético dos pesquisadores citados abaixo, de garantir, no limite de nossas possibilidades, que todo o material registrado seja tratado dentro do mais estrito rigor de conduta ética na pesquisa. Também serei esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. A participação de meu (minha) filho(a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou perda de auxílio estudantil.

Nessas condições declaro que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas e que concordo em autorizar a participação de meu (minha) filho (a) nesta pesquisa.

.

Assinatura do(a) Estudante Participante

_____/_____/_____
Data

Assinatura do(da) responsável

_____/_____/_____
Data

Roberto Kennedy Cardoso – Mestrando

_____/_____/_____
Data

Italo Gabriel Neide - Professor orientador

_____/_____/_____
Data

APÊNDICE C – Questionário inicial

01) O que você entende por corrente elétrica?

Fonte: O Autor.

02) Qual a unidade utilizada no sistema internacional de unidades(S.I.) para representar medida de corrente elétrica?

Fonte: O Autor.

03) Qual a diferença que existe entre corrente elétrica contínua e alternada?

Fonte: O Autor.

04) O que você entende por diferença de potencial?

Fonte: O Autor.

05) Qual a unidade do S.I. utilizada para representar medida de diferença de potencial?

Fonte: O Autor.

06) O que você entende por resistência elétrica? Em que tipo de equipamento é utilizada?

Fonte: O Autor.

07) Qual a unidade do S.I utilizada para representar medida de resistência elétrica?

Fonte: O Autor.

08) Cite o nome do instrumento utilizado para medir:

Corrente elétrica: _____

Resistência elétrica: _____

Diferença de potencial: _____

Fonte: O Autor.

09) Represente matematicamente, de acordo com a lei de Ohm, a relação entre as grandezas corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial:

Fonte: O Autor.

APÊNDICE D – Atividades experimentais sobre associação de resistores em Série

Materiais:

Multímetro, 03 lâmpadas, Cabo de cobre, 03 bocais, 04 interruptores, Tábua de madeira retangular, Pregos, Martelo, Fita adesiva, Fita isolante, Alicates, Chave de fenda, Parafusos.

Objetivo: Analisar o comportamento e a relação entre as grandezas corrente elétrica, potencial elétrico e resistência elétrica numa associação de resistores em série através de atividades experimentais.

Procedimentos:

A montagem e os demais procedimentos a serem adotados para as atividades experimentais devem ser os seguintes:

1. Meça os valores da diferença de potencial na tomada e as resistências das lâmpadas 1, 2 e 3. Anote os valores medidos no quadro a seguir.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial na tomada	
Resistência da lâmpada 1(R1)	
Resistência da lâmpada 2(R2)	
Resistência da lâmpada 3(R3)	

2. Monte um circuito elétrico com uma lâmpada, meça o valor da diferença de potencial entre seus terminais e o valor da corrente que a percorre. Anote os valores medidos no quadro que segue.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial nos terminais do resistor R1	

Corrente que percorre R1	
--------------------------	--

a) Observe o brilho da lâmpada.

3. Monte um circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em série, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Anote os valores medidos no quadro a seguir.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	
Diferença de potencial em R2	
Corrente em R1	
Corrente em R2	
Resistência equivalente da associação	

a) O que pode ser observado em relação aos brilhos das lâmpadas nessa associação quando comparados com o brilho da lâmpada no circuito elétrico inicial?

4. Monte um circuito elétrico com três lâmpadas associadas em série, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Registre os valores medidos no quadro a seguir:

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	

Diferença de potencial em R2	
Diferença de potencial em R3	
Corrente em R1	
Corrente em R2	
Corrente em R3	
Resistência equivalente da associação	

a) O que pode ser observado com os brilhos das lâmpadas nessa associação ao comparar com o brilho da lâmpada no circuito elétrico inicial e os brilhos na associação anterior?

b) O que pode ser observado em relação aos valores das diferenças de potenciais, corrente elétrica e resistência elétrica medidos nos circuitos elétricos montados?

APÊNDICE E – Atividades computacionais sobre associação de resistores em série

Material: computadores com softwares.

Objetivos:

1. Desenvolver softwares que calculem as resistências equivalentes de associações de resistores em série e relacionem as grandezas: diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica;
2. Associar resistores em série;
3. Relacionar as grandezas resistência elétrica, corrente elétrica e diferença de potencial em associações de resistores em série.

Procedimento:

1. Desenvolver um software que calcule a resistência equivalente da associação de dois resistores em série;
2. Digitar dois valores de resistores no software, de preferência os medidos nas atividades experimentais (APÊNDICE D), para que o mesmo calcule a resistência equivalente;
3. Desenvolver um software que calcule a resistência equivalente da associação de três resistores em série;
4. Digite três valores de resistores no software, de preferência os medidos nas atividades experimentais (APÊNDICE D), para que o mesmo calcule a resistência equivalente;
5. Desenvolver um software que calcule a resistência equivalente da associação de $n \leq 1000$ resistores em série;
6. Digite dez valores de resistores ($n=10$) no software para que o mesmo calcule a resistência equivalente;
7. Desenvolver um software que relacione matematicamente valores da resistência equivalente, corrente elétrica e diferença de potencial. O software deve ser desenvolvido de maneira que ao serem digitados valores de três

resistores e da diferença de potencial, em cada resistor ele possa calcular o valor da corrente elétrica que atravessa o mesmo;

8. Digitar no software, valores dos resistores e das diferenças de potenciais para que o mesmo calcule o valor da corrente elétrica total do circuito.

Análise e discussões:

- a) Considere uma associação em série de dois resistores. O que acontece com o valor da resistência equivalente ao adicionar resistores em série a essa associação? Explique.

- b) Considerando a mesma associação do item anterior. O que acontece com o valor da corrente elétrica ao serem adicionados resistores em série à associação? Explique.

- c) Considerando a associação de dois resistores em série mencionada nos itens anteriores. O que acontece com os valores das diferenças de potenciais em cada resistor se forem adicionados resistores em série a associação? Explique.

APÊNDICE F – Atividades experimentais sobre associação de resistores em Paralelo

Materiais:

Multímetro, 03 lâmpadas, Cabo de cobre, 03 bocais, 04 interruptores, Tábua de madeira retangular, Pregos, Martelo, Fita adesiva, Fita isolante, Alicates, Chave de fenda, Parafusos.

Objetivo: Analisar o comportamento e a relação entre as grandezas corrente elétrica, potencial elétrico e resistência elétrica numa associação de resistores em paralelo através de atividades experimentais.

Procedimentos:

A montagem e os demais procedimentos a serem adotados para as atividades experimentais devem ser os seguintes:

1. Monte um circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em paralelo, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Registre os valores no quadro a seguir.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	
Diferença de potencial em R2	
Corrente em R1	
Corrente em R2	
Resistência equivalente da associação	

a) O que pode ser observado com os brilhos das lâmpadas nessa associação, comparando com o brilho das lâmpadas no circuito elétrico inicial e no circuito com duas lâmpadas associadas em série?

2. Monte um circuito elétrico com três lâmpadas associadas em paralelo, meça o valor da diferença de potencial entre os terminais de cada uma, o valor da corrente que as percorre e a resistência equivalente da associação. Registre os valores medidos no quadro abaixo.

Grandeza	Valor
Diferença de potencial em R1	
Diferença de potencial em R2	
Diferença de potencial em R3	
Corrente em R1	
Corrente em R2	
Corrente em R3	
Resistência equivalente da associação	

a) O que pode ser observado com os brilhos das lâmpadas nessa associação comparando com o brilho da lâmpada no circuito elétrico inicial e os brilhos na associação anterior e na associação de três lâmpadas em série?

b) O que pode ser observado em relação aos valores das diferenças de potenciais entre os terminais de cada lâmpada, a corrente elétrica e resistência elétrica quando comparadas com os valores obtidos no circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em paralelo?

3. O que pode ser observado em relação aos valores das correntes, diferenças de potencial e resistências medidos nas associações em série e paralelo e em relação aos brilhos das lâmpadas nessas associações?

APÊNDICE G – Atividades computacionais sobre associação de resistores em Paralelo

Material: computadores.

Objetivos:

1. Desenvolver softwares que calculem as resistências equivalentes de associações em paralelo e relacionem as grandezas: diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica;
2. Associar resistores em paralelo;
3. Relacionar as grandezas resistência elétrica, corrente elétrica e diferença de potencial numa associação em paralelo.

Procedimento:

1. Desenvolver um software que calcule a resistência equivalente da associação de dois resistores em paralelo;
2. Digitar dois valores de resistores, de preferência os medidos nas atividades experimentais (APÊNDICE F), no software para que o mesmo calcule a resistência equivalente;
3. Desenvolver um software que calcule a resistência equivalente da associação de três resistores em paralelo;
4. Digitar três valores de resistores no software, de preferência os medidos nas atividades experimentais (APÊNDICE F), para que o mesmo calcule a resistência equivalente;
5. Desenvolver um software que calcule a resistência equivalente da associação de $n \leq 1000$ resistores em paralelo;
6. Digitar dez valores de resistores ($n = 10$) no software para que o mesmo calcule a resistência equivalente;
7. Desenvolver um software que relacione matematicamente valores da resistência equivalente, corrente elétrica e diferença de potencial. O software deve ser desenvolvido de maneira que ao serem digitados valores de três resistores e da diferença de potencial, ele possa calcular o valor da corrente elétrica que atravessa o mesmo;

8. Digitar no software, valores dos resistores e da diferença de potencial para que o mesmo calcule o valor da corrente elétrica total do circuito.

Análise e discussões:

a) Considere uma associação em paralelo de dois resistores. O que acontece com o valor da resistência equivalente ao adicionar resistores em paralelo a essa associação? Explique.

b) Considerando a associação em paralelo de dois resistores mencionada no item anterior. O que acontece com o valor da corrente elétrica ao adicionar resistores em paralelo à associação? Explique.

c) Ao considerar a associação de dois resistores em paralelo mencionada nos itens anteriores. O que acontece com os valores das diferenças de potenciais em cada resistor ao adicionar resistores em paralelo à associação? Explique.

APÊNDICE H – Questionário de percepção

01. Idade: () Menor ou igual 16 anos () Entre 16 e 18anos () Maior que 18 anos

02. Sexo: () Masculino () Feminino

03. Cidade em que Reside: _____

04. Local em que mais acessa internet:

() Em casa () Na escola () outro _____

05. Possui notebook ou computador pessoal:

() Sim, notebook () Sim, computador pessoal () Sim, os dois () Não

06. Sua opinião em relação a trabalhar com atividades experimentais associadas a atividades computacionais no ensino de física:

() Não gostei da experiência () Gostei da experiência () Nada a declarar

Justifique.

07. O uso de atividades experimentais integradas a atividades computacionais contribuem para o aprendizado do conteúdo “Associação de Resistores”:

() Sim () Não

Justifique.

08. Você gostaria de estudar outros conteúdos utilizando a associação de atividades experimentais com atividades computacionais.

() Sim () Não

Justifique.

09. Você encontrou dificuldade(s) durante a realização das atividades desenvolvidas?

() Sim () Não

Se sim, qual (is)?
